



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

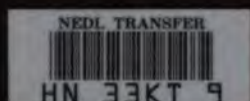
Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



GROTH

TABELLARISCHE ÜBERSICHT

DER

MINERALIEN

477

2

KG 20.35

TABELLARISCHE ÜBERSICHT  
DER  
M I N E R A L I E N  
NACH IHREN  
KRYSTALLOGRAPHISCH-CHEMISCHEN BEZIEHUNGEN.

---



TABELLARISCHE ÜBERSICHT  
DER  
M I N E R A L I E N

NACH IHREN  
KRYSTALLOGRAPHISCH-CHEMISCHEN BEZIEHUNGEN

GEORDNET  
VON  
P. G R O T H.

-----  
D R I T T E,  
VOLLSTÄNDIG NEU BEARBEITETE AUFLAGE.

-----  
BRAUNSCHWEIG,  
DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.  
1 8 8 9.

KG 2035



---

Alle Rechte vorbehalten.

---



## V O R W O R T.

---

Die Zeit, welche seit dem Erscheinen der zweiten Auflage dieser Schrift verflossen ist, war für die Mineralogie eine aussergewöhnlich fruchtbare, und zwar im besten Sinne des Wortes; einerseits wurden viele, bereits bekannte Mineralien theils in chemischer, theils in krystallographischer und physikalischer Beziehung exacter als früher untersucht und hierdurch ihre Beziehung zu anderen und ihre Stellung im Systeme sicherer erkannt; andererseits wurden zahlreiche neue Mineralien entdeckt und unter diesen viele, welche dadurch ein besonderes Interesse darboten, dass sie entweder vorhandene Lücken im Systeme glücklich ergänzten oder sich als Repräsentanten ganz neuer, unter den natürlichen chemischen Verbindungen bisher noch nicht vertretener Abtheilungen erwiesen. Jedem Mineralogen ist bekannt, was in dieser Hinsicht in letzter Zeit eine Reihe, namentlich nord-amerikanischer und schwedischer Forscher geleistet haben. Die grösste Zahl neuer und wichtiger Entdeckungen auf diesem Gebiete hat jedoch die umfangreiche Untersuchung W. C. Brögger's über die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augitsyenite zu Tage gefördert; es war dem Verfasser vergönnt, dieses zur Zeit im Druck befindliche Werk \*) benutzen und sämmtliche darin beschriebenen neuen Mineralien noch in das System einreihen zu können.

Als Hauptaufgabe der vorliegenden Schrift hat der Verfasser es stets betrachtet, zur Klärung der Ansichten über die chemische Constitution der Mineralien beizutragen, und dieser Absicht entsprach der in der zweiten Auflage gemachte Versuch, die neueren Errungenschaften der chemischen

---

\*) Dasselbe erscheint am Schlusse dieses Jahres als 16. Band der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, Leipzig, Engelmann.

Wissenschaft namentlich auch für das Verständniss der Zusammensetzung der Silikate nutzbar zu machen. Dies hat den erfreulichen Erfolg gehabt, dass mehrfach dadurch angeregte neue analytische Untersuchungen die damals aufgestellten theoretischen Ansichten theils bestätigten, theils definitiv widerlegten, und dass auch andere Forscher auf diesem Wege zur Lösung der nur noch allzu reichlich vorhandenen Fragen wichtige Beiträge geliefert haben. Vor Allen ist hier zu nennen F. W. Clarke, welcher bereits in einer Reihe von Publicationen über die chemische Structur verschiedener wichtiger Silikate Licht verbreitet hat und soeben mit einer zusammenhängenden Arbeit über die Constitution der Glimmerminerale beschäftigt ist, von deren Resultaten der Verfasser einige Andeutungen auf Grund brieflicher Mittheilungen geben konnte. Dass auch der Verfasser selbst bemüht war, die eine oder andere hierher gehörige Frage ihrer Lösung näher zu bringen, dürfte z. B. die Vergleichung der Einleitung zu den Silikaten (S. 87 bis 102) mit demselben Abschnitt der zweiten Auflage zeigen.

Die vorher erwähnten Fortschritte der Wissenschaft veranlassten naturgemäss für das vorliegende „Mineralsystem“ — wenn man es so nennen darf — gegenüber den früheren Auflagen vielfache Erweiterungen und Vervollständigungen, theilweise aber auch Aenderungen in der Reihenfolge der Mineralien, entsprechend verbesserter Erkenntniss ihrer gegenseitigen Beziehungen. Der Umstand jedoch, dass eine Reihe grosser öffentlicher Sammlungen, wie die des Hofmuseums zu Wien in ihrer neuen Aufstellung, diejenigen zu Prag, Freiburg, Strassburg, München u. a., nach den vorliegenden Tabellen geordnet sind, liess es rathlich erscheinen, diese Umstellungen im System so weit als irgend möglich zu beschränken. Grössere Verschiebungen sind daher nur vorgenommen worden, wo es auf Grund neuer Forschungen sich als unumgänglich erwies, wie z. B. die Versetzung der Mineralien Hausmannit, Braunit u. s. w. aus der Reihe der Oxyde in die der Salze, die Einfügung der Skapolithminerale nach der Feldspathgruppe und die Auflösung der früher gesonderten Abtheilung der titansauren Salze und ihre Vertheilung unter die kieselsauren (vergl. Einleitung zu letzteren, S. 102).

Da die Formeln der Mineralien dem wissenschaftlichen Gebiete der Chemie entnommen sind, so ergiebt sich hieraus die bisher in den minera-

logischen Lehrbüchern unbeachtet gelassene Nothwendigkeit, dieselben so zu schreiben, wie es zur Zeit in jener Wissenschaft üblich ist und wie es demnach den Studirenden in den Vorlesungen über Chemie dargeboten wird. Diese in vorliegender Schrift nunmehr eingeführte Schreibart, bei welcher der wichtigste Theil eines Salzes, das Säureradical, vorangestellt wird, hat in so hohem Grade den Vorzug grösserer Uebersichtlichkeit der Formeln, dass die bald zu überwindende Gewohnheit der älteren Schreibweise dagegen kaum in Betracht kommen dürfte.

Bei den Correcturen der vorliegenden Auflage und namentlich bei Anfertigung des durch die wichtigeren Synonymen und Varietätennamen erweiterten alphabetischen Registers wurde Verfasser durch Herrn Dr. F. Grünling, Adjunct der k. mineralogischen Staatssammlung, unterstützt, wofür demselben auch hier der Dank des Unterzeichneten ausgesprochen sein möge.

München, September 1889.

**Der Verfasser.**



# I N H A L T.

## Einleitung:

	Seite
Isomorphie . . . . .	1
Isomorphe Mischungen . . . . .	2
Dimorphie und Isodimorphie . . . . .	3
Isomorph einander vertretende Elemente . . . . .	5
Isomorphe Vertretung von Atomgruppen . . . . .	7
Die Winkel isomorpher Mischungen . . . . .	7
Inhaltsangabe der Classen und ihrer Unterabtheilungen . . . . .	8
<b>I. Classe. Elemente . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>II. Classe. Schwefel-, Selen-, Tellur-, Arsen-, Antimon- und Wismuthverbindungen.</b>	
A. Sulfide etc. der Metalloide . . . . .	16
B. Sulfide etc. der Metalle . . . . .	17
C. Sulfosalze: a) Sulfoferrite und diesen verwandte Sulfosalze . . . . .	25
b) Sulfarsenite, Sulfantimonite und Sulfobismutite . . . . .	26
c) Sulfarseniate und Sulfantimoniate . . . . .	34
<b>III. Classe. Sauerstoffverbindungen der Elemente.</b>	
A. Oxyde . . . . .	36
B. Hydroxyde . . . . .	42
C. Oxysulfide . . . . .	44
<b>IV. Classe. Haloidsalze.</b>	
A. Einfache Chloride, Jodide, Bromide und Fluoride . . . . .	45
B. Doppel-Chloride und -Fluoride . . . . .	46
C. Oxychloride und -Fluoride . . . . .	48
<b>V. Classe. Nitrate, Carbonate, Selenite, Manganite.</b>	
A. Salpetersaure Salze . . . . .	50
B. Kohlensaure Salze: a) Wasserfreie normale Carbonate . . . . .	51
b) Wasserfreie basische und überbasische Carbonate . . . . .	53
c) Chloro- und Fluocarbonate . . . . .	54
d) Wasserhaltige Carbonate . . . . .	55
C. Selenigsaure Salze . . . . .	55
D. Manganigsaure Salze . . . . .	56
<b>VI. Classe. Sulfate, Chromate, Molybdate, Wolframate, Uranate.</b>	
A. Wasserfreie normale schwefelsaure und chromsaure Salze . . . . .	58
B. Wasserfreie molybdänsaure, wolframsaure und uransaure Salze . . . . .	60
C. Ueberbasische und basische Sulfate und Chromate . . . . .	61
D. Wasserfreie Verbindungen von Sulfaten und Chloriden . . . . .	61
E. Wasserfreie Verbindungen von Sulfaten und Carbonaten . . . . .	62
F. Wasserhaltige schwefelsaure und uransaure Salze je eines Metalles . . . . .	62
G. Wasserhaltige schwefelsaure Salze mehrerer Metalle . . . . .	65
H. Wasserhaltige Verbindungen von Sulfaten und Chloriden . . . . .	66

<b>VII. Classe. Borate, Aluminate, Ferrate. Arsenite, Antimonite.</b>	<b>Seite</b>
A. Wasserfreie Aluminate, Borate u. s. w. . . . .	67
B. Wasserhaltige borsaure Salze . . . . .	69
C. Arsenigsaure und antimonigsaure Salze . . . . .	70
<b>VIII. Classe. Phosphate, Arseniate, Antimoniate, Vanadate, Niobate, Tantalate.</b>	
A. Saure und normale wasserfreie Salze: a) Salze der Orthophosphorsäure u. s. w. . . . .	71
b) Salze der Pyrosäuren . . . . .	73
c) Salze der Metasäuren . . . . .	73
B. Chlor- resp. fluorhaltige und basische wasserfreie Salze . . . . .	74
C. Verbindungen von Phosphaten mit Sulfaten und Chromaten . . . . .	79
D. Wasserhaltige Phosphate, Arseniate u. s. w.: a) Normale Salze . . . . .	79
b) Saure Salze . . . . .	81
c) Basische Salze . . . . .	82
E. Wasserhaltige Verbindungen von Phosphaten und Arseniaten mit Carbonaten, Sulfaten und Boraten . . . . .	85
<b>IX. Classe. Silikate, Titanate, Zirkoniate, Thorate, Stannate.</b>	
<b>Einleitung:</b>	
Verschiedene Säuren des Siliciums und Zurückführbarkeit der Silikate auf dieselben . . . .	87
Basische Silikate, Isomerieverhältnisse . . . . .	91
Dikieselsäuren . . . . .	93
Theorie über die chemische Structur des Feldspaths und verwandter Mineralien . . . . .	94
Chlor- und fluorhaltige Silikate . . . . .	96
Borhaltige Silikate . . . . .	97
Sauerstoffverhältniss . . . . .	98
Principien der Systematik . . . . .	99
Inhaltsangabe der Abtheilungen . . . . .	100
A. Basische Silikate . . . . .	103
B. Orthokieselsaure Salze: a) Normale . . . . .	110
b) Saure (und verwandte Mineralien) . . . . .	113
C. Intermediäre Silikate . . . . .	123
D. Metakieselsaure Salze . . . . .	127
E. Polykieselsaure Salze . . . . .	137
F. Krystallwasser-Verbindungen der Silikate (Zeolithe) . . . . .	144
G. Krystallwasserhaltige Verbindungen von Silikaten mit Carbonaten, Sulfaten und Uranaten . . . . .	149
H. Amorphe wasserhaltige Silikate . . . . .	150
<b>X. Classe. Organische Verbindungen . . . . .</b>	<b>152</b>
Anhang . . . . .	154
Register . . . . .	157

## E I N L E I T U N G.

---

Die Mineralogie hat sich nicht nur mit der Beschreibung der einzelnen in der Natur vorkommenden Elemente und chemischen Verbindungen zu beschäftigen, sondern auch mit den gesetzmässigen Beziehungen, in welchen dieselben zu einander stehen. Da an den Mineralien nun das Wesentliche, von dem alle anderen Eigenschaften abhängen, ihre chemische Zusammensetzung ist, so richtet sich die nähere oder entferntere Verwandtschaft zweier Mineralien vor Allem nach ihrer grösseren oder geringeren Aehnlichkeit in chemischer Beziehung, und die letztere bildet daher die natürliche Grundlage der mineralogischen Systematik.

Es ist bekannt, dass die physikalischen Eigenschaften der krystallisirten Körper, und um solche handelt es sich bei der grossen Mehrzahl der Mineralien, nach bestimmten Gesetzen, welche den Gegenstand der physikalischen Krystallographie bilden, abhängen von der Krystallform, diese aber ihrerseits wieder von der chemischen Zusammensetzung des krystallisirten Stoffes. Die letztere Abhängigkeit ist in ihren Gesetzen noch keineswegs vollständig klargestellt, wohl aber sind die Beziehungen erkannt, welche zwischen den Krystallformen solcher Körper existiren, deren chemische Zusammensetzung in bestimmtem Verhältniss steht. So weiss man, dass durch die Ersetzung eines Wasserstoffatoms in einer Verbindung durch ein Atom eines anderen einwerthigen Elementes, oder zweier Wasserstoffatome durch einen zweiwerthigen Grundstoff, gewisse Aenderungen in der Krystallform hervorgebracht werden, ferner, dass die Atome zweier gleichwerthiger Elemente, welche in chemischer Hinsicht einander sehr nahe stehen, besonders solche, die der gleichen Reihe im periodischen System angehören, bei ihrem Eintritt in eine Verbindung fast die gleiche Aenderung der Krystallform derselben bewirken. In Folge des letzteren Umstandes besitzen die beiden, das eine oder das andere Element (bei übrigens gleicher Constitution) enthaltenden Verbindungen sehr ähnliche Krystallformen und zeigen meist auch in ihren übrigen Eigenschaften auffallende Analogien. So sind z. B. die beiden normalen Salze, welche dadurch entstehen, dass die beiden Wasserstoffatome des Schwefelsäure-Moleküls das eine Mal durch Magnesium, das andere Mal durch Zink ersetzt werden, nämlich



im krystallisirten Zustande (in welchem sie sich noch mit 7 Mol. Wasser verbinden) einander äusserst ähnlich. Derartige Körper nennt man „isomorph“ und bezeichnet die-

KG 2035



---

Alle Rechte vorbehalten.

---



## V O R W O R T.

---

Die Zeit, welche seit dem Erscheinen der zweiten Auflage dieser Schrift verflossen ist, war für die Mineralogie eine aussergewöhnlich fruchtbare, und zwar im besten Sinne des Wortes; einerseits wurden viele, bereits bekannte Mineralien theils in chemischer, theils in krystallographischer und physikalischer Beziehung exacter als früher untersucht und hierdurch ihre Beziehung zu anderen und ihre Stellung im Systeme sicherer erkannt; andererseits wurden zahlreiche neue Mineralien entdeckt und unter diesen viele, welche dadurch ein besonderes Interesse darboten, dass sie entweder vorhandene Lücken im Systeme glücklich ergänzten oder sich als Repräsentanten ganz neuer, unter den natürlichen chemischen Verbindungen bisher noch nicht vertretener Abtheilungen erwiesen. Jedem Mineralogen ist bekannt, was in dieser Hinsicht in letzter Zeit eine Reihe, namentlich nord-amerikanischer und schwedischer Forscher geleistet haben. Die grösste Zahl neuer und wichtiger Entdeckungen auf diesem Gebiete hat jedoch die umfangreiche Untersuchung W. C. Brögger's über die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augitsyenite zu Tage gefördert; es war dem Verfasser vergönnt, dieses zur Zeit im Druck befindliche Werk \*) benutzen und sämtliche darin beschriebenen neuen Mineralien noch in das System einreihen zu können.

Als Hauptaufgabe der vorliegenden Schrift hat der Verfasser es stets betrachtet, zur Klärung der Ansichten über die chemische Constitution der Mineralien beizutragen, und dieser Absicht entsprach der in der zweiten Auflage gemachte Versuch, die neueren Errungenschaften der chemischen

---

\*) Dasselbe erscheint am Schlusse dieses Jahres als 16. Band der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, Leipzig, Engelmann.

Wissenschaft namentlich auch für das Verständniss der Zusammensetzung der Silikate nutzbar zu machen. Dies hat den erfreulichen Erfolg gehabt, dass mehrfach dadurch angeregte neue analytische Untersuchungen die damals aufgestellten theoretischen Ansichten theils bestätigten, theils definitiv widerlegten, und dass auch andere Forscher auf diesem Wege zur Lösung der nur noch allzu reichlich vorhandenen Fragen wichtige Beiträge geliefert haben. Vor Allen ist hier zu nennen F. W. Clarke, welcher bereits in einer Reihe von Publicationen über die chemische Structur verschiedener wichtiger Silikate Licht verbreitet hat und soeben mit einer zusammenhängenden Arbeit über die Constitution der Glimmerminerale beschäftigt ist, von deren Resultaten der Verfasser einige Andeutungen auf Grund brieflicher Mittheilungen geben konnte. Dass auch der Verfasser selbst bemüht war, die eine oder andere hierher gehörige Frage ihrer Lösung näher zu bringen, dürfte z. B. die Vergleichung der Einleitung zu den Silikaten (S. 87 bis 102) mit demselben Abschnitt der zweiten Auflage zeigen.

Die vorher erwähnten Fortschritte der Wissenschaft veranlassten naturgemäss für das vorliegende „Mineralsystem“ — wenn man es so nennen darf — gegenüber den früheren Auflagen vielfache Erweiterungen und Vervollständigungen, theilweise aber auch Aenderungen in der Reihenfolge der Mineralien, entsprechend verbesserter Erkenntniss ihrer gegenseitigen Beziehungen. Der Umstand jedoch, dass eine Reihe grosser öffentlicher Sammlungen, wie die des Hofmuseums zu Wien in ihrer neuen Aufstellung, diejenigen zu Prag, Freiburg, Strassburg, München u. a., nach den vorliegenden Tabellen geordnet sind, liess es rathlich erscheinen, diese Umstellungen im System so weit als irgend möglich zu beschränken. Grössere Verschiebungen sind daher nur vorgenommen worden, wo es auf Grund neuer Forschungen sich als unumgänglich erwies, wie z. B. die Versetzung der Mineralien Hausmannit, Braunit u. s. w. aus der Reihe der Oxyde in die der Salze, die Einfügung der Skapolithminerale nach der Feldspathgruppe und die Auflösung der früher gesonderten Abtheilung der titansauren Salze und ihre Vertheilung unter die kieselsauren (vergl. Einleitung zu letzteren, S. 102).

Da die Formeln der Mineralien dem wissenschaftlichen Gebiete der Chemie entnommen sind, so ergiebt sich hieraus die bisher in den minera-

logischen Lehrbüchern unbeachtet gelassene Nothwendigkeit, dieselben so zu schreiben, wie es zur Zeit in jener Wissenschaft üblich ist und wie es demnach den Studirenden in den Vorlesungen über Chemie dargeboten wird. Diese in vorliegender Schrift nunmehr eingeführte Schreibart, bei welcher der wichtigste Theil eines Salzes, das Säureradical, vorangestellt wird, hat in so hohem Grade den Vorzug grösserer Uebersichtlichkeit der Formeln, dass die bald zu überwindende Gewohnheit der älteren Schreibweise dagegen kaum in Betracht kommen dürfte.

Bei den Correcturen der vorliegenden Auflage und namentlich bei Anfertigung des durch die wichtigeren Synonymen und Varietätennamen erweiterten alphabetischen Registers wurde Verfasser durch Herrn Dr. F. Grünling, Adjunct der k. mineralogischen Staatssammlung, unterstützt, wofür demselben auch hier der Dank des Unterzeichneten ausgesprochen sein möge.

München, September 1889.

**Der Verfasser.**



# I N H A L T.

## Einleitung:

	Seite
Isomorphie . . . . .	1
Isomorphe Mischungen . . . . .	2
Dimorphie und Isodimorphie . . . . .	3
Isomorph einander vertretende Elemente . . . . .	5
Isomorphe Vertretung von Atomgruppen . . . . .	7
Die Winkel isomorpher Mischungen . . . . .	7
Inhaltsangabe der Classen und ihrer Unterabtheilungen . . . . .	8
<b>I. Classe. Elemente . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>II. Classe. Schwefel-, Selen-, Tellur-, Arsen-, Antimon- und Wismuthverbindungen.</b>	
A. Sulfide etc. der Metalloide . . . . .	16
B. Sulfide etc. der Metalle . . . . .	17
C. Sulfosalze: a) Sulfoferrite und diesen verwandte Sulfosalze . . . . .	25
b) Sulfarsenite, Sulfantimonite und Sulfobismutite . . . . .	26
c) Sulfarseniate und Sulfantimoniate . . . . .	34
<b>III. Classe. Sauerstoffverbindungen der Elemente.</b>	
A. Oxyde . . . . .	36
B. Hydroxyde . . . . .	42
C. Oxy sulfide . . . . .	44
<b>IV. Classe. Haloidsalze.</b>	
A. Einfache Chloride, Jodide, Bromide und Fluoride . . . . .	45
B. Doppel-Chloride und -Fluoride . . . . .	46
C. Oxychloride und -Fluoride . . . . .	48
<b>V. Classe. Nitrate, Carbonate, Selenite, Manganite.</b>	
A. Salpetersaure Salze . . . . .	50
B. Kohlensaure Salze: a) Wasserfreie normale Carbonate . . . . .	51
b) Wasserfreie basische und überbasische Carbonate . . . . .	53
c) Chloro- und Fluocarbonate . . . . .	54
d) Wasserhaltige Carbonate . . . . .	55
C. Selenigsaure Salze . . . . .	55
D. Manganigsaure Salze . . . . .	56
<b>VI. Classe. Sulfate, Chromate, Molybdate, Wolframate, Uranate.</b>	
A. Wasserfreie normale schwefelsaure und chromsaure Salze . . . . .	58
B. Wasserfreie molybdänsaure, wolframsaure und uransaure Salze . . . . .	60
C. Ueberbasische und basische Sulfate und Chromate . . . . .	61
D. Wasserfreie Verbindungen von Sulfaten und Chloriden . . . . .	61
E. Wasserfreie Verbindungen von Sulfaten und Carbonaten . . . . .	62
F. Wasserhaltige schwefelsaure und uransaure Salze je eines Metalles . . . . .	62
G. Wasserhaltige schwefelsaure Salze mehrerer Metalle . . . . .	65
H. Wasserhaltige Verbindungen von Sulfaten und Chloriden . . . . .	66

form einem der weniger symmetrischen Systeme angehört und bei denen daher der Einfluss der theilweisen Ersetzung eines Elementes durch ein anderes sich in den verschiedenen ungleichwerthigen Axen in verschiedener Weise äussert und so Formen der Mischkrystalle hervorbringt, deren Axenverhältnisse zum Theil nicht einmal innerhalb der durch die Formen der beiden Componenten der Mischung gegebenen Grenzen fallen. So liegt z. B. beim Alstonit nur das Verhältniss  $c:b$ , nicht aber  $a:b$ , zwischen den entsprechenden Werthen von Aragonit und Witherit; beim Barytocölestin vom Binnenthal liegen beide Verhältnisse ausserhalb der durch Baryt und Cölestin gegebenen Grenzen. Aehnliche Fälle sind in verschiedenen Gruppen künstlich krystallisirter Salze beobachtet worden.

---

Die im Vorhergehenden, mit besonderer Rücksicht auf die unter den Mineralien vorkommenden Fälle, dargelegten Gesetze der Abhängigkeit der Krystallform von der chemischen Zusammensetzung bilden, wie eingangs erwähnt wurde, die Grundlage der Systematik. Um die Beziehungen, in welchen verwandte Mineralien zu einander stehen, hervortreten zu lassen, werden die isomorphen Körper in Gruppen so zusammengestellt, dass aus ihren chemischen Formeln, sowie aus den die Krystallform repräsentirenden Axenverhältnissen ihre Isomorphie ohne Weiteres ersichtlich wird. Alle Gruppen von Mineralien gleichen chemischen Charakters werden zu grösseren Abtheilungen vereinigt und diese sind so geordnet, dass mit den einfachen Körpern, den Elementen, begonnen und allmählig zu immer complicirteren Verbindungen vorgeschritten wird.

Einen Ueberblick über die so sich ergebende Anordnung mag die folgende kurze Inhaltsangabe der Classen und ihrer Unterabtheilungen gewähren:

I. Unter den Elementen beginnen die nichtmetallischen und auf diese folgen die Metalle. Den isomorphen Gruppen sind, ebenso wie in allen übrigen Classen, die in der Natur vorkommenden isomorphen Mischungen eingereiht.

II. An die Metalle reihen sich die in ihren physikalischen Eigenschaften ihnen am nächsten stehenden Schwefelverbindungen, beginnend mit den Sulfiden der sogenannten Metalloide, d. i. der wesentlich säurebildenden Elemente Arsen, Antimon, Wismuth und Molybdän. Auf diese folgen die eigentlichen Schwefelmetalle mit den beiden grossen und wichtigen isodimorphen Gruppen der Zinkblende und des Pyrit; die Anordnung ist hier so gewählt, dass die Sulfide der mit dem Kupfer verwandten Metalle von denen des Eisens u. s. w. getrennt sind, weil keine Isomorphie der analogen Verbindungen beider vorhanden ist; die Gruppen verwandter Schwefelmetalle sind nach aufsteigendem Schwefelgehalt geordnet. Eine grosse Reihe unter den natürlichen Schwefelverbindungen bilden solche zusammengesetzter Natur, die sogenannten Sulfosalze; zu diesen gehören zunächst die Verbindungen von Schwefelchrom und Schwefeleisen mit anderen Schwefelmetallen, welche unter den Sauerstoffverbindungen ihr Analogon in denjenigen Thonerde- und Eisenoxydverbindungen finden, die man Spinelle nennt und als Aluminate betrachtet, d. h. als Salze, in denen  $Al^2O^3$  u. s. w. die Rolle von Säuren

spielen. Auf diese Unterabtheilung folgt die lange und wichtige Reihe der Sulfarsenite, Sulfantimonite und Sulfobismutite, über deren Constitution eine besondere Einleitung und die Angabe der allgemeinen Formel für jede Gruppe genügenden Aufschluss giebt, alsdann die nur durch wenige Mineralien vertretenen sulfarsensauren und sulfantimon-sauren Salze, endlich das einzige Sulfostannat und Sulfogermanat.

III. Oxyde, beginnend mit dem Wasser, auf welches erst alle eigentlichen (hydroxyl-freien) Oxyde folgen, zunächst die der zwei-, drei- und vierwerthigen säurebildenden Elemente, d. h. also die Säure-Anhydride, dann die Sauerstoffverbindungen der eigentlichen Metalle; in derselben Anordnung schliessen sich an die Hydroxyde, unter denen zu unterscheiden sind die normalen, welche Verbindungen der Elemente (hier der Metalle) mit so vielen Hydroxylgruppen  $[\text{OH}]$  darstellen, als die Werthigkeit des Elementes be-trägt (Beisp.: Hydrargillit) — von solchen, welche durch Wasseraustritt aus den normalen entstehen und in denen daher sauerstoffhaltende Atomgruppen von geringerer Werthigkeit, wie z. B. die einwerthige Gruppe  $\text{AlO}$  im Diaspor, enthalten sind. Den Schluss der Sauerstoffverbindungen bilden die Oxyulfide.

Die grosse Reihe der Salze ist geordnet nach den Säuren, weil diese den eigent-lich bestimmenden Factor für den chemischen Charakter wie für manche physikalische Eigenschaften der Salze bilden; da stets die einfacher zusammengesetzten Verbindungen den complicirteren vorangehen, so beginnen die Salze der einbasischen Säuren, es folgen diejenigen der zweibasischen, dreibasischen und endlich der vierbasischen. Innerhalb jeder Reihe von Salzen folgen auf diejenigen der einwerthigen Metalle die der zwei-, endlich die der dreiwerthigen.

IV. Die erste Classe bilden demnach die chlor-, brom-, jod- und fluorwasserstoff-sauren Salze, welche in zwei Abtheilungen zerfallen, in einfache Chloride, Bromide, Jodide und Fluoride der Metalle, und in Doppelchloride und -fluoride, deren chemische Formeln dieselben als Verbindungen zweier verschiedener Chlor- resp. Fluormetalle dar-stellen. Die Salze beider Abtheilungen sind theils wasserfrei, theils Verbindungen mit sogenanntem „Krystallwasser“. Eine dritte Abtheilung bilden endlich die basischen chlor-wasserstoffsäuren Salze oder Oxychloride und die analogen Fluorverbindungen.

Es mag an dieser Stelle die angewendete Schreibweise der Formeln basischer Salze überhaupt erläutert werden:

Bekanntlich sind normale (neutrale) Salze solche, welche sich von normalen Hydro-xyden der Metalle,  $\text{R}^{\text{I}}[\text{OH}]^1$ ,  $\text{R}^{\text{II}}[\text{OH}]^2$  u. s. w., mittelst der Vertretung sämmtlicher Hydroxyle durch Säureradicale ableiten, welche daher genau so viel Metall enthalten, als es der Zahl der vertretbaren Wasserstoffatome der Säuren entspricht, basische Salze dagegen diejenigen, welche mehr Metall enthalten. Das letztere ist nur bei zwei- und mehr-werthigen Metallen möglich, hier aber auf zweierlei Art, und daher hat man zwei ver-schiedene Classen von basischen Salzen zu unterscheiden: In der einen ist der Wasser-stoff der Säure vertreten durch eine Atomgruppe von geringerer Werthigkeit, als die-jenige des Metalls jener Gruppe, z. B. durch die einwerthige Gruppe  $\text{AlO}$ , und es kann daher, wie man leicht einsieht, von jeder Säure ein Salz abgeleitet werden, welches dreimal so viel Aluminium, als ein neutrales, enthält; zwischen einem solchen und dem

normalen Salze stehen diejenigen weniger basischen, in welchen nur ein Theil des Wasserstoffs durch solche Gruppen, ein anderer in normaler Weise durch das Metall ersetzt ist (Beispiele: Apatelit, Andalusit). Man kann die basischen Salze der ersten Art auch ableiten von Hydroxyden der Metalle, welche aus den normalen (siehe oben unter III.) durch Wasseraustritt entstanden sind, indem man sich das Hydroxyl durch Säurereste ersetzt denkt. Die zweite Art basischer Salze unterscheidet sich von den neutralen Salzen dadurch, dass nicht die sämtlichen Gruppen  $[OH]$  eines Hydroxydes durch Säurereste ersetzt sind, dass sie also noch Hydroxylgruppen enthalten (da letztere an Metalle gebunden, so sind dieselben in den Formeln stets unmittelbar nach dem Metall, resp. den Metallen, wenn deren mehrere vorhanden sind, aufgeführt; die übrig bleibenden Affinitäten der Metalle sind nun durch die vorhandenen Säurereste gesättigt). Diese Salze zerfallen beim Erhitzen, meist erst in sehr hoher Temperatur, in Wasser und basische Salze der ersten Art, oder in Wasser, Säureanhydride und Metalloxyde, und hierdurch unterscheiden sie sich von den Verbindungen mit Krystallwasser, welche das letztere meist bei weit niedrigerer Temperatur entweichen lassen und ohne selbst dabei eine chemische Aenderung zu erfahren.

Beide Arten von basischen Salzen treffen wir bereits in der Classe der Chloride (Beispiele: Matlockit, Laurionit).

Endlich giebt es noch eine Anzahl überbasischer Salze, welche so viel Metall enthalten, dass sie nicht durch Ersetzung des H in der Säure durch, Sauerstoff oder Hydroxyl enthaltende Atomgruppen abgeleitet werden können, in denen daher der Ueberschuss an Base als solche in der Verbindung angenommen werden muss (Atacamit, Nickelsmaragd u. a.).

V. In dieser Classe ist die nur durch eine kleine Zahl von Mineralien vertretene Reihe der salpetersauren Salze mit den kohlensauren vereinigt, wegen ihres geringen Umfanges und der eigenthümlichen Beziehungen, welche zwischen den Krystallformen einiger Nitate und Carbonate bestehen. Innerhalb der letzteren, mit denen die Salze zweibasischer Säuren beginnen, treten zu einer grossen Reihe wichtiger neutraler Salze auch basische verschiedener Art, denen sich als nächst verwandt chlor- und fluorhaltige Carbonate anschliessen, in welchen, analog wie in jenen z. B. die Gruppe  $AlO$ , eine einwerthige Gruppe von der Zusammensetzung  $\overset{||}{R}Cl$  oder eine zweiwerthige  $\overset{||}{R}F$  den Wasserstoff der Kohlensäure ersetzt. Die vorletzte Abtheilung dieser Classe bildet eine Anzahl wasserhaltiger Carbonate, von denen ein Theil basisch ist, d. h. neben dem angelagerten Krystallwasser auch Hydroxyl enthält, während nur ein natürliches Carbonat, die Trona, ein saures Salz darstellt, in welchem nicht der gesammte Wasserstoff der Säure durch Metall vertreten ist. Als dritte Abtheilung sind der V. Classe angereiht die selenigsauren Salze und als vierte die analogen manganigsauren, d. h. die Verbindungen, in denen das säurebildende vierwerthige Mangan angenommen werden muss.

VI. Die sechste Classe enthält die Salze der Schwefelsäure, Chromsäure, Molybdänsäure und Wolframsäure, welche Säuren mehrfach durch Isomorphie ihrer analogen Salze verknüpft sind. Hier wurden ferner die in der Natur vorkommenden Uranate eingereiht, weil das Uran in seinem chemischen Charakter die nächsten Beziehungen zum Wolfram



darbietet. Den Schluss der wasserfreien Salze dieser Classe bilden einige basische Verbindungen, denen sich zwei Abtheilungen gemischter Salze anschliessen, nämlich Verbindungen von Sulfaten mit Chloriden resp. Carbonaten. Sehr gross ist die Reihe der wasserhaltigen schwefelsauren Salze, welche daher, um eine leichtere Uebersicht zu gewähren, getrennt sind 1) in solche, in denen der Wasserstoff der Schwefelsäure nur durch ein Metall, respective durch isomorph einander vertretende Metalle in wechselndem Verhältniss, ersetzt ist (hierher gehört nur ein saures, aber zahlreiche neutrale und basische, letztere namentlich Thonerde- und Eisenoxydsalze), und 2) in solche, in denen zwei verschiedenwerthige Metalle den Wasserstoff mehrerer Schwefelsäure-Moleküle vertreten und dadurch diese letzteren vereinigen (sogenannte „Doppelsalze“); auch hier sind es wieder Aluminium und Eisen, welche zur Bildung basischer Salze Anlass geben. An das Ende der Sulfate ist schliesslich die einzige in der Natur vorkommende Molekularverbindung eines schwefelsauren Salzes mit einem Chlorid gestellt.

VII. Es folgen in der siebenten Classe zunächst die Aluminate und Ferrate, d. h. diejenigen Salze, in denen Thonerde und Eisenoxyd starken Basen gegenüber als Säuren fungiren, und mit denselben sind, wegen der Aehnlichkeit des chemischen Charakters zwischen Bor und Aluminium, vereinigt die borsauren Salze; wasserhaltig ist unter den hier in Betracht kommenden Verbindungen nur ein Theil der letzteren. Wegen ihres geringen Umfanges ist hier angereiht die Gruppe der arsenigsauren und antimonigsauren Salze, welche zugleich den geeigneten Uebergang zur folgenden Classe bilden.

VIII. Diese besteht aus den Salzen der Phosphorsäure und der analog zusammengesetzten Säuren, welche das Arsen, Antimon, Vanad, Niob und Tantal bilden. Wegen der grossen Zahl hierher gehöriger Mineralien musste zur besseren Uebersicht eine Gruppierung in zahlreiche Unterabtheilungen stattfinden. Es beginnen die wasserfreien Verbindungen a) mit denen der Orthophosphorsäure  $\text{PO}_4\text{H}_3$ , Orthoarsensäure  $\text{AsO}_4\text{H}_3$  u. s. w., in welchen der Wasserstoff zum Theil oder ganz durch Metall ersetzt ist, welche also saure (deren existirt nur ein einziges) oder neutrale Salze jener Säuren darstellen; ihnen folgen b) die Salze der Pyrosäuren, d. h. Verbindungen, welche sich von einer Säure der Form  $\text{R}_2\text{O}_7\text{H}_4$  (worin  $\text{R} = \text{Phosphor, Arsen u. s. w.}$ ) ableiten lassen, endlich c) die metasaurigen Salze, d. h. die den Säuren  $\text{RO}_3\text{H}$  oder  $\text{R}_2\text{O}_6\text{H}_2$  entsprechenden. In der zweiten Abtheilung sind die basischen mit den chlor- und fluorhaltigen Salzen vereinigt, weil beiden gemeinsam ist, dass in ihnen metallhaltige Gruppen von geringerer Werthigkeit, als sie den Metallen entspricht, den Wasserstoff der Säure ersetzen; die beiderlei Salze bilden sogar isomorphe Mischungen, wie der Amblygonit beweist, in welchem das basische Salz mit der analogen Verbindung, in der das Hydroxyl durch Fluor ersetzt ist, in wechselndem Verhältniss gemischt erscheint (dies soll durch die Klammer, welche die beiden Formeln verbindet, angedeutet werden). Die überbasischen Verbindungen sind den basischen angereiht. Die dritte Abtheilung besteht aus den Verbindungen von Phosphaten mit Sulfaten und Chromaten. Für die wasserhaltigen Salze, welche die umfangreiche vierte Abtheilung bilden, ist bei der Aufstellung der Formeln die Voraussetzung gemacht worden, dass sie sämmtlich Salze der Orthophosphorsäure, Orthoarsensäure u. s. w. seien; bei den basischen Salzen muss man alsdann so viel Hydroxylgruppen in der Verbindung

vorhanden annehmen, wie durch die Werthigkeit des Metalles resp. der Metalle, da deren Affinitäten in diesen Salzen nur zum Theil durch die Säurereste  $\text{PO}_4$  resp.  $\text{AsO}_4$  gesättigt sind, noch erfordert werden; der dann verbleibende Rest des Wasserstoffs muss mit Sauerstoff verbunden als Krystallwasser vorhanden sein. Hieraus ergibt sich, dass ein bestimmter Theil des Wassers, welches von den in Rede stehenden Salzen beim Erhitzen geliefert wird, erst in höherer Temperatur unter Zerfall des Moleküls austreten kann. Auf dieses Verhalten hin sind jedoch die natürlichen Phosphate bisher so gut wie gar nicht untersucht worden, und die denselben gegebenen Formeln basiren demnach auf einer noch nicht bewiesenen, wenn auch sehr wahrscheinlichen Annahme. Die fünfte Abtheilung bilden die wasserhaltigen Verbindungen mit kohlensauren, schwefelsauren und borsauren Salzen.

IX. Classe der kieselsauren (und titan-, zirkon- u. s. w. sauren) Salze. Diese grösste und wichtigste Classe der Mineralien erfordert so eingehende Auseinandersetzungen über die chemische Constitution der ihr angehörigen Körper, dass diesen ein besonderer einleitender Abschnitt an der betreffenden Stelle gewidmet ist.

X. Die letzte Classe der Mineralien bilden die in der Natur vorkommenden organischen Verbindungen, von denen nur wenige chemisch individualisirt sich finden. Die meisten in die Lehrbücher aufgenommenen Substanzen dieser Classe sind eigentlich keine Mineralien, sondern mechanische Gemenge.

---

Schliesslich sei noch erwähnt, dass alle krystallographischen Axenverhältnisse so angegeben sind, dass die nach vorn gerichtete Axe mit  $a$ , die quergehende mit  $b$ , die verticale mit  $c$  bezeichnet ist. Wo nicht besondere Umstände eine andere Stellung erfordern (wie in der Pyroxengruppe), ist also bei den rhombischen und asymmetrischen Krystallen  $a$  die Brachydiagonale,  $b$  die Makrodiagonale.

---

5.94 Diamant Forme 0.000.00 00 1/3. 00 1/2. 60 5/8. (Only apparently holohedral)

Resublimation forms  $\frac{1}{2}$  11000  $\frac{1}{2}$  11000.

" " sublimation 000.  $\frac{1}{2}$  11000 11000.

Clearance 110 Sp. gr. 3.5

Kunstlich in Schmelzfluss of metalle unter hoher druck. Diamant seifen in Indien & Brasil

Muttergeslein in Caph.  $\frac{1}{2}$  11000 11000.

Rechnung

Carat: 1/8 Gramm. Price. Cutting Rosetten schiff. alt. Brillanten nach clearance of 0.000.

6.9. Graphit

Forme 0P. 002. mR. Spall 110P.

Separated from molten masses either of metal or silicat rocks.

Secondary formation in Guisno & xim schist by alteration of organic C. (Graphitoid!).

Graphit Lager in Guisno & xim Kalk.

Schwefel P. 1/3 P. 0P. 100 large coefficient of linear extension

Sedimentary deposits from 8 springs. mixed with salts & then. (Graphitoid).

Sublimation in volcanic regions (with S & Te)

## E l e m e n t e.

### 1. Gruppe.

Diamant	C (dimorph)	Regulär, tetraëdr. hem.	
Graphit		Hexagonal rhomboëdrisch (?)	1:4,797. (alt. Kieselstein).

Anmerk. Die Krystallform des Graphit ist nach Sjögren, dessen Axenverhältniss hier angegeben, wahrscheinlich hexagonal, und sind alsdann die Randflächen des sechsseitigen Umrisses als Formen zweiter Ordnung zu betrachten. Da zahlreiche dimorphe Elemente und einfache Verbindungen eine reguläre und eine rhomboëdrische Form darbieten, entsprechend der Thatsache, dass diesen beiden Classen von Krystallformen die einfachste Molecularstructur zukommt, so ist die Zugehörigkeit des Graphit zur rhomboëdrischen Abtheilung als die wahrscheinlichste anzusehen.

Cliftonit bildet reguläre Krystalle mit den Eigenschaften des Graphit, vielleicht Paramorphosen des letzteren nach Diamant.

Graphitoid (Schungit) ist amorpher Kohlenstoff.

### 2. Gruppe.

Schwefel	S	Rhombisch	0,8130 : 1 : 1,9037.
----------	---	-----------	----------------------

Anmerk. Der Schwefel krystallisirt wahrscheinlich in fünf verschiedenen Modificationen, welche sich durch ihre Molekulargrösse unterscheiden:

1. Schwarzer Schwefel, durch Magnus und neuerdings durch Knapp dargestellt, vermuthlich dem hexagonalen System angehörig und die dem metallischen Selen und Tellur entsprechende Form darstellend.

2. Eine von Muthmann (unveröffentlichte Beobachtung) dargestellte, sehr labile Form, isomorph mit der früher von Mitscherlich gemessenen Form des Selen.

3. Der gewöhnliche rhombische Schwefel, dessen Axenverhältniss nach den natürlichen Krystallen oben angegeben.

4. Der aus Schmelzfluss entstehende monosymmetrische Schwefel, welcher wahrscheinlich ebenfalls in der Natur vorkommt, sich dort aber nur vorübergehend bilden kann, da er sich bei gewöhnlicher Temperatur in den rhombischen umwandelt.

5. Der von Gernez entdeckte „Soufre nacré“, welcher nach Bruhns und Muthmann ebenfalls monosymmetrisch krystallisirt.

Der vulcanische Schwefel enthält zuweilen geringe Mengen von Selen (Selenschwefel), selten Tellur.

Selen soll auch im freien Zustande vorkommen. Sicher ist es nachgewiesen im Tellur von Faczebaja.

7/12 44

<b>Tellur</b>	Te	Hexag. rhomboëdrisch	$\bar{1} : 1,3298$
<b>Arsen</b>	As	" "	$1 : 1,4025$
<b>Allemontit</b> (Arsenantimon)	(As, Sb)	" "	?
<b>Antimon</b>	Sb	" "	$1 : 1,3236$
<b>Wismuth</b>	Bi	" "	$1 : 1,3035$
<b>Tetradymit</b> (Tellurwismuth z. Th.)	(Bi, Te) oder: (Bi, Te, S, Se)	" "	$1 : 1,5865$

Anmerk. Die angegebenen Axenverhältnisse des Tellur, Arsen und Wismuth wurden von G. Rose, das des Antimon von Laspeyres an künstlichen Krystallen bestimmt. Der Tetradymit bildet eine ebenfalls rhomboëdrisch krystallisirende Mischung von Bi und Te in wechselndem Verhältniss, deren Krystalldimensionen erheblich von denen der beiden Componenten der Mischung abweichen. Da es nicht ausgeschlossen ist, dass dieselben beiden Körper, welche in variablen Verhältnissen isomorphe Mischungen bilden, auch in bestimmtem Atomverhältniss zu einer eigentlichen chemischen Verbindung zusammentreten, so liegt die Möglichkeit vor, dass die natürlichen Varietäten des Tellurwismuth zum Theil solche Verbindungen darstellen. In der That entsprechen mehrere derselben recht genau der Formel  $\text{Bi}^2\text{Te}^3$  resp.  $\text{Bi}^2(\text{Te}, \text{S})^3$ . Da indessen nur von einem einzigen Vorkommen, demjenigen von Schubkau, messbare Krystalle bekannt sind, so ist es unentschieden, ob alle verschieden zusammengesetzten Tellurwismuth gleiche Krystallform besitzen. Existiren wirklich die chemischen Verbindungen von den oben angeführten Formeln, so müssten sie isomorph mit dem Wismuthglanz sein und als „Tellurwismuthglanz“ vom hexagonalen Tetradymit getrennt und bei den Sulfiden abgehandelt werden. Fast man, wie es G. Rose zuerst gethan, den Tetradymit als eine isomorphe Mischung auf, so müsste auch der Schwefel darin in rhomboëdrischer Form enthalten sein (vergl. vorige Seite Anmerk. zu Schwefel unter 1.).

**Arsenolamprit (Arsenglanz, Hypotypit)** ist eine zweite, wahrscheinlich einem der drei letzten Systeme angehörige Modification des Arsens (vielleicht isomorph dem Soufre nacré?).

### 3. Gruppe.

#### Zinn Sn.


Anmerk. Dieses Metall ist dimorph, die beiden Formen (nur in künstlichen Krystallen nachgewiesen) sind die eine tetragonal, die andere rhombisch.

##### a) Reguläre Reihe:

<b>Platin</b>	(Pt, Fe)	Regulär	o o o o
<b>Iridium</b>	(Ir, Pt)	"	o o o o rare
<b>Platiniridium</b>	(Pt, Ir, Rh)	"	
<b>Palladium</b>	(Pd, Pt, Ir)	"	o mal

##### β) Rhomboëdrische Reihe:

<b>Iridosmium</b> (Sysserskit)	(Ir, Os) oder	Hexagonal rhomboëdr.	$\bar{1} : 1,4105$
<b>Osmiridium</b> (Newjanskite)	(Ir, Os, Pt, Rh, Ru) oder		
	(Os, Ir, Rh)		
<b>Palladium</b>	(Pd, Pt, Ir)	"	"

 tri-takis  
2 rhomboëdrisch

? o P o P. Hartz

Anmerk. Die Platinmetalle bilden eine isodimorphe Gruppe, aber nur von einem Gliede derselben, dem Palladium, kennt man beide Formen, die reguläre und die hexagonale, in der Natur. Platin erscheint regulär im reinen Zustande, im platinhaltigen Iridium und im regulären Palladium (in geringer Menge), hexagonal tritt es nur auf in isomorphen Mischungen, nämlich im Osmiridium (bis über 10 Proc.), und untergeordnet im Palladium. Noch auffallender erweist

12/12 44

Pl. in serpentin in Ural.  
Alum. enthält Fe  
wie found  
abundant in  
Russia + Ural  
sands.

sich die Dimorphie am Iridium, welches für sich und platinhaltig im regulären Systeme krystallisirt, dagegen hexagonal im Osmiridium erscheint, selbst wenn dies vorwaltend aus Iridium (77 Proc.) besteht. Künstlich kann man übrigens bei hoher Temperatur sowohl von Osmium allein, als auch von dessen Mischungen mit Iridium die reguläre Modification erhalten

Nickel (Debray).

Eisen Fe Regulär.

Sands of N. Italy.  
O. Clus. 11.2000

Tellurium iron sand.  
Iron in sand center.  
probable.

Anmerk. Das meteorische Eisen ist stets die isomorphe Mischung (Fe, Ni), oft auch mit kleinen Quantitäten Kobalt, und zwar gewöhnlich aus octaëdrischen Schalen von ungleichem Nickelgehalt und daher von ungleichem Widerstande gegen oxydirende Einflüsse (Widmannstätten'sche Figuren) zusammengesetzt. Den verschiedenen Legirungen von Fe und Ni hat man die Namen Kamasit, Taenit, Chamasit, Oktibbehit, Awaruit (letzteres in Sanden auf Neuseeland gefunden) gegeben.

Mit den meteorischen Eisenmassen findet sich häufig gemengt eine Phosphorverbindung des Eisens und Nickels, der Schreibersit, für welchen indess eine allen Vorkommen genügende Formel nicht gegeben werden kann, weil der Phosphorgehalt in den Analysen innerhalb weiter Grenzen schwankt. Durch die neueste Arbeit Cohen's über die Schreibersite ist gezeigt worden, dass ein Theil derselben der Formel (Fe, Ni, Co)<sup>3</sup>P entspricht. Tetragonale Krystalle von Phosphoreisen in dem Meteoreisen von Braunau bezeichnete G. Rose als Rhabdit. Mit diesem ist wahrscheinlich identisch das Phosphoreisen (tetragonal a : c = 1 : 0,488), welches sich in den Kohlenbränden von Commentry gebildet hat und ungefähr nach der Formel Fe<sup>7</sup>P<sup>2</sup> zusammengesetzt ist.

Weinschenk hat vor Kurzem nachgewiesen, dass die grossen, im Meteoreisen von Arva den Octaëderflächen parallel angeordneten und bisher für Schreibersit gehaltenen Krystalle aus Kohlenstoffeisen von der Zusammensetzung (Fe, Ni, Co)<sup>3</sup>C bestehen, für welches er den Namen Cohenit vorschlägt. Die Krystalle dürften als stark verzerrte, reguläre Formen anzusehen sein. Eine kohlenstoffreichere Verbindung, wahrscheinlich Fe<sup>2</sup>C, hat früher Shepard Chalypit genannt.

Zink soll natürlich vorkommen; künstlich dargestellt, krystallisirt es hexagonal.

meteoric iron.  
Fe meteoric  
a. Siderite (Fe, Ni)  
b. Lichasiderite  
Fe as pyroxene  
in meteoric iron  
2. Siderite  
a. Siderite  
Siderite particles  
of Fe.  
b. Chondrite  
little or many  
angles of each side  
all chondrites.  
c. Achondrite  
Fe free & no  
angles.  
x. variety of  
system in  
etc.  
Pb S veins

11/94 4. Gruppe.  
12

Blei

Pb

Regulär holoëdrisch.

As reduction product in

Anmerk. Das Blei gehört im System der Elemente derselben Reihe an, wie das Zinn, erscheint aber in den natürlichen Verbindungen so regelmässig als isomorpher Vertreter der folgenden Metalle, dass es am geeignetsten mit diesen in eine isomorphe Gruppe vereinigt wird.

Kupfer

Cu

Regulär holoëdrisch

Silber

Ag

" "

Silberamalgalam

(Ag, Hg)

" "

00 + 20 2 00 0 00 3

(Arquerit, Kongsbergit)

Quecksilber

Hg

" "

(in künstl. Krystallen)

Gold

Au, meist (Au, Ag)

" "

Goldamalgalam

(Au, Hg, Ag)

" "

Anmerk. Das natürliche Gold enthält ausser Silber oft noch Kupfer und andere Metalle.

Cu 0 00 00 00 2 00 5 00 3 00 4 30 3 } von forms commonest in Cu  
Au } 0 00 00 00 30 3 } 6 more 00 00 ... Ag Au.  
Ag }  
Twins in all 11 0



Common 11 to hexagonal plane tafelförmig.

Cu deposits of L. Superior.



A lava flows with porous upper surface, the pores filled with Cu.  
B Conglomerate bands, also impregnated with Cu.  
Ag also known in the same region & relations.  
best 1. run veins

Antimonit.  $\infty P \infty P^2 \infty P^3$  (cleavage)  $P \frac{1}{3} P$ .  $6 P^{\frac{1}{2}} 2 P^2 m P^2$ .

Always in veins, frequently alone, with quartz & talc.

## II. Classe.

### Schwefel-, Selen-, Tellur-, Arsen-, Antimon- und Wismuthverbindungen.

#### A. Sulfide etc. der Metalloide.

<p>12 94 is sublimate as deposit from water in clefs of clays veins. 13/12 94</p>	1. Gruppe.	$\infty P \infty P^2 \infty P^3$	$\infty P^3$	$\infty P^3$	$\infty P^3$	$\infty P^3$	$\infty P^3$	$\infty P^3$
	Realgar	$As_2S_3$	Monosymmetrisch	1,4403	1 : 0,9729	113° 55'		
	2. Gruppe.							
	Auripigment	$As_2S_3$	Rhombisch	0,9240	1 : 1,0524			
	Antimonit	$Sb_2S_3$	"	0,9926	1 : 1,0179			
	(Antimonglanz)							
	Bismutit	$Bi_2S_3$	"	0,9680	1 : 0,985	veins in Bolivia		
	(Wismuthglanz)							
	Selenwismuthglanz	$Bi_2(Se, S)_3$	"	1 circa	1 : ?			
	(Guanajuatit, Frenselit)							

Anmerk. Das obige Axenverhältniss des Auripigment (nach Krenner) entspricht der Aufstellung der Krystalle nach Naumann, mit dem Unterschiede jedoch, dass dessen primäres Prisma das Zeichen (320) erhält, denn nur dann tritt die Isomorphie des Minerals mit den übrigen Gliedern dieser Gruppe hervor. Die Elemente des Wismuthglanzes gründen sich auf die Messungen des Verfassers. Der Selenwismuthglanz ist in krystallographischer Hinsicht nur unvollkommen bekannt, aber unzweifelhaft mit dem Bismutit isomorph.

Es wurde bereits S. 14 erwähnt, dass auch ein Theil des Tellurwismuths, welcher die Zusammensetzung  $Bi_2Te_3$  besitze, als „Tellurwismuthglanz“ hierher gehören könnte; die Spaltungsfläche dieser blätterigen Massen müsste dann dem rhombischen Brachypinakoid entsprechen, da sämmtliche Glieder der obigen Gruppe durch eine sehr vollkommene brachy-diagonale Spaltbarkeit ausgezeichnet sind.

Unter dem Namen Wehrilit sind in neuerer Zeit von Sipöcz zwei in blätterigen Aggregaten vorgekommene Substanzen analysirt worden, deren eine die Zusammensetzung  $Bi_2Te_3$  zeigte, während die andere silberhaltig war und die Formel  $Bi_7Te_7Ag$  ergab. Die Stellung dieser Mineralien im System muss vorläufig noch zweifelhaft bleiben.

Silaonit ist ein Gemenge von Selenwismuthglanz und metallischem Wismuth.

Bolivit ist wahrscheinlich ein Gemenge von Wismuthglanz und Wismuthocker.

#### 3. Gruppe.

Molybdänit	$MoS_2$	Hexagonal?
(Molybdänglanz)		

Granit & Quarz veins in the same. Especially on Tin veins.

*Zinkblende* cleavage 00. Various colors due to isomorphous mixture with FeS.  
 00.  $\pm \frac{0}{2}$  either of different sizes or of different character for same size.  
 $\frac{202}{2}$  not very common.  $\frac{303}{2}$  common. 003  $\frac{0}{2}$  combined or alone.  
 Turns on 0 unsymmetrical on 0  
 " " 02 symmetrical on 02. Schwefelverbindungen.

17

## B. Sulfide etc. der Metalle.

### 1. Gruppe.

Oldhamit CaS

Anmerk. Nur in einigen Meteoriten.

### 2. Gruppe. (Isodimorphe Gruppe der Monosulfide etc. der Metalle der Zink-Eisen- gruppe von der allgemeinen Formel: RS.)

#### a) Reguläre Reihe:

Zinkblende (Sphalerit)	ZnS oder (Zn, Fe, Mn, Cd)S	Regulär tetr. hem.
14/90 12 Manganblende (Alabandin)	MnS	"
Troilit	FeS	?
Eisennickelkies	(Fe, Ni)S	Regulär

#### β) Rhomboëdrische Reihe:

Wurtzit (Spiauterit)	(Zn, Fe)S	Hexag. (rhomboëdr.)	1 : 0,9353 <i>Idiomorph</i>
Erythrozincit	(Zn, Mn)S	" "	?
Greenockit	CdS	" "	1 : 0,9364 <i>Hemimorphie von</i>
Millerit (Haarkies)	NiS	" "	1 : 0,9886
Arsennickel (Nickelin, Rothnickelkies)	NiAs	" "	1 : 0,9462 <i>Co + Ni v. i.</i>
Antimon-Arsennickel (Arit)	Ni(As, Sb)	" "	?
Antimonnickel (Breithauptit)	NiSb	" "	1 : 0,9914 <i>Ag v. i. H. i.</i>

Anmerk. Die vorstehende Gruppe von Schwefelmetallen bietet ein ausgezeichnetes Beispiel der Isodimorphie. Der Hauptrepräsentant derselben, das Schwefelzink, ist in zwei Formen bekannt, regulär als Zinkblende, hexagonal (auch künstlich von Deville dargestellt und als Hüttenproduct von Förstner beobachtet) als Wurtzit = Spiauterit (strahlige Blende). In beiden Formen sind in isomorpher Mischung damit verbunden FeS, CdS und MnS, also müssen auch diese Körper dimorph und isodimorph mit ZnS sein. Schwefelcadmium ist für sich nur in der hexagonalen, dem Wurtzit entsprechenden Form, als Greenockit, bekannt; Schwefelmangan kennt man für sich nur regulär, als Manganblende, dagegen ist es im Erythrozincit hexagonal. Von letzterem Mineral liegt zwar noch keine quantitative Analyse vor, aber seine Zugehörigkeit zum Wurtzit kann nach seinen Eigenschaften nicht bezweifelt werden. Von dem nur in Meteoriten beobachteten Einfach-Schwefeleisen (Troilit) hat man noch keine Krystalle gefunden, da dasselbe aber, mit Nickelsulfür in verschiedenen Verhältnissen gemischt, den nach dem Octaëder spaltbaren, also regulär krystallisirenden Eisennickelkies bildet, so ist für jene Verbindung die Möglichkeit einer regulären, der Zinkblende entsprechenden Krystallform erwiesen. Der Eisennickelkies endlich beweist, dass auch das Nickelsulfür derselben Dimorphie unterliegt, wie das Schwefelzink, denn die darin regulär krystallisirende Substanz erscheint für sich als Millerit in hexagonalen Formen. Die letzteren spalten nach einem Rhomboëder, gehören also der entsprechenden Hemiëdrie des hexagonalen Systems an; nach einer Beobachtung Schüler's zeigen künstliche Krystalle von Schwefelcadmium rhomboëdrische und skalenödrische Formen. Hiernach ist es höchst wahrscheinlich, dass sämtliche hexagonale

*Magnetit*  $Fe_xS_y$  " " 1:0,9955  
*Pi*  $\frac{2}{3}$  belongs here - see next page.

Glieder der obigen Gruppe als rhomboëdrisch und die holoëdrischen Pyramiden des Greenockit und Wurtzit als solche zweiter Ordnung aufzufassen sind. Unter dieser Annahme gelangt man in der That zu Werthen der Axenverhältnisse, welche die Isomorphie derselben mit dem Millerit aufs Klarste darlegen und deshalb in vorstehender Tabelle adoptirt worden sind.

Das Auftreten der in derselben zusammengestellten Sulfide in den beiderlei Formen dieser isodimorphen Gruppe ergibt sich aus folgender Uebersichtstabelle:

Es krystallisirt	Regulär:	Hexagonal:
ZnS	als Zinkblende	als Wurtzit
CdS	(mit ZnS in der Zinkblende)	als Greenockit
MnS	als Manganblende	(mit ZnS im Erythrozincit)
FeS	{ mit ZnS in der Zinkblende mit NiS im Eisennickelkies }	(mit ZnS im Wurtzit)
NiS	mit FeS im Eisennickelkies	als Millerit

Jedenfalls gehört dieser Reihe auch das in Ostindien vorkommend angegebene Einfach-Schwefelkobalt, CoS, an.

Endlich spricht die in der zweitfolgenden Gruppe unzweifelhaft vorhandene Isomorphie der Arsen- und Antimonverbindungen mit den aus gleicher Atomzahl bestehenden Sulfiden dafür, dass auch Arsennickel und Antimonnickel der obigen isodimorphen Reihe zugezählt werden müssen. Diese beiden Mineralien krystallisiren in hexagonalen Pyramiden, welche, wenn man sie ebenso wie die des Greenockit und Wurtzit, als solche zweiter Ordnung auffasst, die auf voriger Seite angeführten, denen der übrigen Glieder dieser Gruppe, sehr nahestehenden Axenverhältnisse ergeben. Als dann würde auch das noch etwas problematische Arsenmangan, MnAs, hierher gestellt werden müssen.

### 3. Gruppe. (Intermediäre Sulfide der Metalle der Eisengruppe zwischen RS und RS<sub>2</sub>.)

*Chiefly in form of Magnetkies  
in contact zones of  
basic igneous rocks.  
Bodemars - in quarts*

**Magnetkies**  
(Pyrrhotin)

Fe<sup>11</sup>S<sup>12</sup>

Hexagonal

$\frac{a}{c} : 0,862.$

Anmerk. Die Analysen des Magnetkies, in welchem übrigens zuweilen ein kleiner Theil des Eisens durch Nickel ersetzt ist, liefern Werthe, welche von Fe<sup>16</sup>S<sup>17</sup> bis Fe<sup>8</sup>S<sup>6</sup> schwanken; jedoch haben die neueren Untersuchungen von Bodewig und Dölter gezeigt, dass für die reinen und krystallisirten Varietäten die obige Formel als die wahrscheinlichste anzunehmen ist. Dieselbe kann zerlegt werden in 9 FeS + Fe<sup>2</sup>S<sup>3</sup> und würde dann als diejenige eines sehr basischen Sulfosalzes von der Classe der Sulfoferrite (s. S. 25) aufgefasst werden können. Mit der Thatsache, dass in diesem Falle der weitaus vorherrschende Theil der Verbindung aus FeS besteht, hängt wahrscheinlich die auffallende Aehnlichkeit zusammen, welche die Krystallform des Pyrrhotin mit derjenigen der hexagonalen Reihe der vorigen Gruppe zeigt. Diese tritt in dem oben angeführten Axenverhältnisse deshalb nicht hervor, weil in jener die herrschenden Pyramiden als solche zweiter Ordnung genommen worden sind; geschieht das Gleiche beim Magnetkies, so wird sein Axenverhältniss  $a:c = 1:0,9955$ . Dieses würde noch besser, z. B. mit dem des Millerit übereinstimmen, wenn man statt des obigen Axenverhältnisses für den Magnetkies den neuerdings von Seligmann an den zwar nicht analysirten, aber sehr genau messbaren Krystallen von den Cyclophen gefundenen Werth 0,825 zu Grunde legte.

**Polydymit**

(Ni, Fe, Co)<sup>4</sup>S<sup>5</sup>

Regulär.

Anmerk. Ein ebenso zusammengesetztes, aber eisenreicheres Erz aus Canada wurde neuerdings von Clarke nachgewiesen. Dasselbe enthielt auch eine geringe Menge Platin.

**Kobaltnickelkies**  
(Linneit)

(Ni, Co, Fe)<sup>3</sup>S<sup>4</sup>

Regulär

**Beyrichit**

(Ni, Fe)<sup>3</sup>S<sup>7</sup>

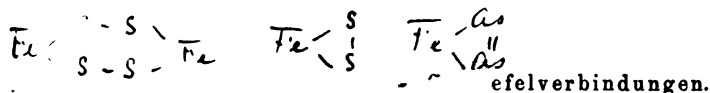
?

Anmerk. Laspeyres, welchem wir die Kenntniss des Polydymit und den Nachweis verdanken, dass der „Saynit“ oder „Nickelwismuthglanz“ ein Gemenge desselben mit Wismuthglanz ist, vermuthet, dass die obigen drei, einander sehr nahe stehenden Sulfide zu vereinigen, und die gefundenen Differenzen im Schwefelgehalt vielleicht durch Unreinheit des Materials verursacht seien. Würde sich hierbei als allgemeine Formel dieser Gruppe R<sup>3</sup>S<sup>6</sup>

17/12 '94



Pyrit.  $\left[ \begin{smallmatrix} 0 & 0 & 6 \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] \left[ \begin{smallmatrix} 0 & 0 & 2 \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] 202 \quad \infty \infty \infty \quad 0 \quad \left[ \begin{smallmatrix} m & 0 & n \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right]$



19

heraus...

K 2037

Verbindungen auch als Sulfosalze auffassen, in welchen RS  
 he Kupferkies S. 25) bildet. Dieselben würden dann ihr  
 en in der Spinellgruppe, mit welcher sie die Krystall-  
 zecke Linnéit und Magneteisenerz gewisse Aehnlichkeit  
 n zeigen.

Krystallf.?

mit wird reines Tellurnickel,  $\text{Ni}^2\text{Te}^3$ , angegeben.  
 g des Eisens, annähernd  $\text{Fe}^4\text{Te}^7$  (wahrscheinlich ein

auf dieses Arseneisen, für welches auch einige Analysen eine Zusammen-  
 nach der Formel  $\text{Fe}^2\text{As}^3$  vermuthen lassen, beziehen sich wahrscheinlich die älteren  
 Messungen des Arseneisens von Reichenstein, welche ergaben: Rhombisch  $a:b:c = 0,5494:1:1,1430$ .

#### 4. Gruppe. (Isodimorphe Gruppe der Bisulfide etc. der Metalle der Eisen- und Platin- gruppe von der Formel $\text{RS}_2$ .)

a) Reguläre Reihe:

<b>Mangankies</b> (Hauerit)	$\text{MnS}^2$	Regulär, pent. hem.	$\left[ \begin{smallmatrix} 0 & 0 & 6 \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] \left[ \begin{smallmatrix} 0 & 0 & 2 \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] \left[ \begin{smallmatrix} 0 & 0 & 2 \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] \text{ also +}$
<b>Eisenkies</b> (Pyrit, Schwefelkies)	$\text{FeS}^2$	" " "	$\left[ \begin{smallmatrix} 0 & 0 & 2 \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right], \infty \infty \infty, 0, \infty \infty \text{ rare, only + } \infty \infty \text{ new - "}$
18/94 12 <b>Kobaltglanz</b> (Kobaltin)	$(\text{Co, Fe}) \text{AsS}$	" " "	$\left[ \begin{smallmatrix} 0 & 0 & 2 \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] \left[ \begin{smallmatrix} 0 & 0 & 4 \\ - & - & - \\ 2 & 2 & 2 \end{smallmatrix} \right] \infty \infty \infty \text{ v. v. of Kupferkies.}$
<b>Arsennickelkies</b> (Gersdorffit)	$(\text{Ni, Fe}) \text{AsS}$	" " "	$0 \quad \frac{\infty \infty}{2} \text{ v. v. in siderite Lagerstätten}$
<b>Korynit</b> (Arsenantimonnickelkies)	$(\text{Ni, Fe}) (\text{As, Sb}) \text{S}$	" " "	
<b>Antimonnickelkies</b> (Ullmannit)	$\text{NiSbS}$	" " "	$\infty \infty \infty \quad \frac{\infty \infty}{2} \text{ stufenförmig}$
<b>Speiskobalt</b> (Skialtin)	$(\text{Co, Ni, Fe}) \text{As}^2$	" " "	$\left. \begin{array}{l} \infty \infty \infty \infty - 202 \\ \infty \infty \infty \text{ rare} \\ \text{new - "} \end{array} \right\}$
<b>Chloanthit</b>	$(\text{Ni, Co, Fe}) \text{As}^2$	" " "	
<b>Sperryolith</b>	$(\text{Pt, Rh}) (\text{As, Sb})^2$	" " "	
<b>Laurit</b>	$(\text{Ru, Os}) \text{S}^2$	"	

β) Rhombische Reihe:

<b>Markasit</b> (Speerkies, Kammkies etc.)	$\text{FeS}^2$	Rhombisch	$0,7623 : 1 : 1,2167$
<b>Arsenkies</b> (Mispickel, Arsenopyrit)	$\text{FeAsS}$ oder $\text{Fe} (\text{As, S})^2$	"	$0,6709 : 1 : 1,1888$ bis $0,6896 : 1 : 1,1942$
<b>Kobaltarsenkies</b> (Danait, Glaukodot)	$(\text{Fe, Co}) \text{AsS}$ oder $(\text{Fe, Co}) (\text{As, S})^2$	"	$0,6732 : 1 : 1,1871$ bis $0,6942 : 1 : 1,1924$
<b>Löllingit</b> (Arseneisen z. Th.)	$\text{FeAs}^2$	"	$0,6689 : 1 : 1,2331$
<b>Wolfachit</b>	$(\text{Ni, Fe}) (\text{As, S, Sb})^2$	"	?
<b>Safflorit</b> (Spathiopyrit)	$(\text{Co, Fe, Ni}) \text{As}^2$	"	?
<b>Weissnickelkies</b> (Rammelsbergit)	$(\text{Ni, Co, Fe}) \text{As}^2$	"	?

Anmerk. Die vorliegende Gruppe bietet in Bezug auf die krystallographisch-chemischen Beziehungen ihrer Glieder zu einander mehrfach Ungewöhnliches dar. Mit der rhombischen Form des Zweifach-Schwefeleisens, dem Markasit, ist unzweifelhaft isomorph der Arsenkies, welcher nicht nur ähnliche Winkel, sondern namentlich ganz übereinstimmenden Krystallhabitus, dieselben Zwillingungsverwachsungen u. s. w. zeigt. Ein grosser Theil der Arsenkiesanalysen entspricht der Formel  $\text{FeAsS}$ , welche man somit wohl als Normalconstitution zu betrachten hätte, während die davon abweichend zusammengesetzten Varietäten (wie *Geierit* und *Pasit*, sowie die nur geringe Mengen As enthaltenden Varietäten des Markasit, denen man die Namen *Kyrosit*, *Metalonchidit* und *Lonchidit* gegeben hat) als isomorphe Mischungen von  $\text{FeAsS}$  entweder mit  $\text{FeSS}$  (Markasit) oder mit  $\text{FeAsAs}$  (Löllingit) aufzufassen wären. Letzterer zeigt in den beiden einzigen Vorkommen (von Norwegen und aus dem Dauphiné), von welchen Messungen vorliegen, eine vollkommene Uebereinstimmung in der Ausbildung der Krystalle mit Arsenkies und wenn auch die gemessenen Krystalle nur angenäherte Werthe des Axenverhältnisses (in der Tabelle ist das von Brögger an den norwegischen gefundene adoptirt) lieferten, so stimmen dieselben für beide Fundorte doch genügend überein, um zu erkennen, dass das Axenverhältniss des Löllingit erheblich ausserhalb der für Arsenkies beobachteten Grenzen fällt. Wenn daher auch die krystallographischen Verhältnisse des Löllingit noch nicht als genau festgestellt betrachtet werden können, so ist doch nicht daran zu zweifeln, dass in dieser Gruppe eine isomorphe Vertretung von Schwefel und zwar sowohl eines, als beider Atome durch Arsen stattfindet, eine bei der grossen chemischen Verschiedenheit dieser beiden Elemente und der geringen Grösse des in Betracht kommenden Moleküls fast ohne Analogie dastehende Erscheinung. Vielleicht hängt mit der grossen Verschiedenheit der beiden einander ersetzenden Elemente auch der Umstand zusammen, dass die Axenverhältnisse des Markasit und des Arsenkies resp. Löllingit eine weit grössere Differenz zeigen, als sie sonst bei isomorphen Körpern vorzukommen pflegt, und dass beim Arsenkies kleinen Verschiedenheiten im Gehalt an Schwefel und Arsen recht beträchtliche Abweichungen der Winkel entsprechen. In der Tabelle sind die Axenverhältnisse derjenigen Varietäten (nach Arzruni) aufgenommen, welche den Grenzwerten des Prismenwinkels, dessen Schwankungen übrigens nach den Beobachtungen des Genannten mit denen des Schwefelgehaltes in Zusammenhang zu stehen scheinen, entsprechen. Dieselben grossen Schwankungen der Winkelwerthe zeigt auch der Kobaltarsenkies, d. i. Arsenkies, in welchem ein mehr oder minder grosser Theil des Eisens durch Kobalt ersetzt ist, hier scheinen aber die Differenzen hauptsächlich durch die Verschiedenheit des Kobaltgehaltes bedingt zu sein; das oben zuletzt angeführte Grenzverhältniss der Axen (nach Lewis) entspricht den kobaltreichsten Varietäten, welche ungefähr gleich viel Fe und Co enthalten.

**Ferrokobaltit (Stählkobalt)** ist nach seinem specifischen Gewicht wahrscheinlich eine Varietät des Kobaltarsenkies.

**Glaukopyrit** ist ein Arseneisen (Löllingit), in welchem ein kleiner Theil des Eisens durch Kobalt, und einige Procente von Arsen durch Antimon (eine auch im eigentlichen Löllingit vorkommende Vertretung) und Schwefel ersetzt sind. Ein amerikanisches Vorkommen dieses Minerals zeigte zwar nicht messbare Krystalle, deren Zwillingbildungen jedoch ganz analog denen des Arsenopyrits waren.

**Alloklas**, dessen Krystallform mit derjenigen des Arsenkies übereinstimmend angegeben wird, ist wahrscheinlich ein Kobaltarsenkies, in welchem das Arsen zum Theil durch Wismuth ersetzt ist, stets aber gemengt mit Wismuthglanz und wohl auch mit metallischem Wismuth.

Der Arsennickelkies von Orawitza enthält 6,7 Proc. Kobalt, derjenige von Dobsina ist eine Mischung  $\text{NiAs}^2$  und  $\text{NiS}^2$  im Verhältniss 2:1.

Der Antimonnickelkies von Kärnthen weicht von demjenigen von Sardinien und von allen übrigen regulär krystallisirenden Gliedern dieser isodimorphen Gruppe dadurch ab, dass er nicht, wie jene, der pentagonalen Hemiëdrie, sondern (nach den Beobachtungen von Zepharovich's) der tetraëdrischen Hemiëdrie angehört; derselbe stellt daher wohl eine eigene dritte Modification der Verbindungen vorliegender Gruppe dar. Vom Korynit sind keine Formen bekannt, welche eine Entscheidung über die Hemiëdrie gestatten.

Wolfachit ist nicht in messbaren Krystallen gefunden, wird aber als rhombisch krystallisirend angegeben; chemisch unterscheidet er sich vom Arsenantimonnickelkies nur durch einen geringen Mindergehalt an Schwefel.

Speiskobalt und Chloanthit, welche durch Uebergänge mit einander verbunden und daher nicht scharf zu trennen sind, zeigen dieselbe Hemiëdrie und die gleichen thermoelektrischen

Eigenschaften, wie der Eisenkies, sind demnach wohl mit demselben isomorph. Ein Theil der Analysen führt in der That auch auf die entsprechende Formel  $RAs^2$ , andere dagegen geben theils mehr, theils weniger Arsen. Es rührt dies davon her, dass nicht nur die derben Massen, sondern auch wohl ausgebildete Krystalle dieser Erze mechanische Gemenge darstellen, wie namentlich durch die eingehende Untersuchung Baumhauer's bewiesen wurde. Dementsprechend zeigte Volhardt, dass beim Behandeln mit Salzsäure und chloresurem Kalium die anfangs und die später gelösten Antheile verschiedenen Arsengehalt besitzen. Ob ein höherer Arsengehalt des Minerals, als es der Formel  $RAs^2$  entspricht, durch Beimengung von  $RAs^3$  (Tesseralkies) oder durch eine solche von freiem Arsen hervorgerufen wird, ist noch nicht festgestellt. Vorkommen mit geringerem Gehalt an Arsen sind jedenfalls mit einem niedrigeren Arsenid gemengt, höchst wahrscheinlich mit  $RAs$ , denn die letztere Verbindung erscheint als Arsennickel ganz gewöhnlich mit Chloanthit gemengt, verräth sich dann aber durch ihre rothe Farbe, was bei dem jedenfalls auch existirenden Arsenkobalt,  $CoAs$ , nicht der Fall zu sein scheint. Der eisenreichste Chloanthit ist der sogenannte Chatamit.

Chelutit (Wismuthkobalters) ist nichts anderes als ein sehr arsenreicher Speiskobalt, welchem Wismuth mechanisch beigemischt ist.

Die mit Speiskobalt und Chloanthit gleich zusammengesetzten rhombischen Substanzen bilden den Safflorit Breithaupt (Eisenkobaltkies v. Kobell, Spathiopyrit Sandberger) und den Weissnickelkies, es sind aber bis jetzt von diesen Mineralien keine messbaren Krystalle gefunden worden.

Dass der Laurit die dem Sperryolith, der seiner Hemiëdrie wegen unzweifelhaft in diese Gruppe gehört, analoge Zusammensetzung eines Bisulfids besitzt, ist durch die künstliche Darstellung desselben von St. Claire-Deville und Debray nachgewiesen worden.

Das Auftreten der einzelnen Körper der vorliegenden isodimorphen Gruppe in den beiden Formen ist aus der folgenden Uebersichtstabelle ersichtlich:

Es krystallisirt	Regulär:	Rhombisch:
$MnS^2$	als Mangankies	—
$FeS^2$	als Eisenkies	als Markasit
$FeAsS$	(mit $CoAsS$ im Kobaltglanz)	als Arsenkies
$FeAs^2$	{ mit $(Co, Ni)As^3$ im Speiskobalt und Chloanthit }	als Löllingit
$CoAsS$	als Kobaltglanz (Fe-haltig)	(mit $FeAsS$ im Kobaltarsenkies)
$CoAs^2$	als Speiskobalt (Ni- und Fe-haltig)	als Safflorit (Ni- und Fe-haltig)
$NiAsS$	als Arsennickelkies	als Wolfachit (mit Sb)
$NiAs^2$	als Chloanthit (Co- und Fe-haltig)	als Weissnickelkies (Co- und Fe-haltig)
$PtAs^2$	als Sperryolith	—
$RuS^2$	als Laurit	—

Hiernach kommen die dem Schwefelkies entsprechenden Sulfide  $CoS^2$  und  $NiS^2$  nicht vor. Der kleine Schwefelgehalt, den die meisten Analysen von Speiskobalt und Chloanthit ergeben, ist daher wahrscheinlich nicht in Form dieser Sulfide vorhanden, sondern durch eine isomorphe Beimischung von  $CoAsS$  oder  $NiAsS$  hervorgerufen.

#### 5. Gruppe. (Polyarsenide der Metalle der Eisengruppe.)

Tesseralkies  $CoAs^3$  Regulär.

Anmerk. Tesseralkies ist pentagonal hemiëdrisch nach Fletcher, holoëdrisch nach G. vom Rath.

#### 6. Gruppe. (Subarsenide der Metalle der Kupfergruppe.)

Whitneyit  $Cu^3As$  Krystallform?

Algodonit  $Cu^6As$  „

Anmerk. Horsfordit ist eine ebenfalls nur derb bekannte Antimonverbindung, deren Analysen Werthe zwischen  $Cu^5Sb$  und  $Cu^6Sb$  ergaben.

Arsenkupfer  $Cu^3As$  Krystallform?  
(Domeykit)

7. Gruppe. (Isodimorphe Gruppe der Sulfüre der Metalle der Blei- und Kupfergruppe von der allgemeinen Formel  $\overset{1}{R}S$  oder  $\overset{1}{R}S_2$ .)

α) Reguläre Reihe:

<b>Bleiglanz</b> (Galenit)	PbS	Regulär	holoëdrisch
<b>Kupferbleiglanz</b> (Cuproplumbit)	(Pb, Cu) <sup>2</sup> S	"	"
<b>Alisonit</b>	(Cu <sup>2</sup> , Pb)S	?	
<b>Selenblei</b> (Clausthalit)	PbSe	Regulär	"
<b>Selenkupferblei</b> (Zorgit)	(Pb, Cu) <sup>2</sup> Se	?	
<b>Tellurblei</b> (Altaït)	PbTe	Regulär	"
<b>Silberglanz</b> (Argentit, Glasers)	Ag <sup>2</sup> S	"	
<b>Jalpait</b>	(Ag, Cu) <sup>2</sup> S	"	"
<b>Selensilber</b>	Ag <sup>2</sup> Se	"	"
<b>Tellursilber</b> (Hessit, Tellursilberglanz)	Ag <sup>2</sup> Te	"	"

β) Rhombische (pseudo-hexagonale) Reihe.

<b>Kupferglanz</b> (Chalcosin)	Cu <sup>2</sup> S	Rhombisch	0,5822 : 1 : 0,9709
<b>Silberkupferglanz</b> (Stromeyerit)	(Cu, Ag) <sup>2</sup> S	"	0,5820 : 1 : 0,9206
<b>Akanthit</b>	Ag <sup>2</sup> S	" ?	0,6886 : 1 : 0,9945
<b>Selenkupfer</b>	Cu <sup>2</sup> Se	?	
<b>Eukairit</b>	(Cu, Ag) <sup>2</sup> Se	?	
<b>Tellursilber</b>	Ag <sup>2</sup> Te	Rhombisch?	
<b>Tellurgoldsilber</b> (Petzit)	(Ag, Au) <sup>2</sup> Te	?	

Anmerk. Das Kupfersulfür ist dimorph, da man es durch Zusammenschmelzen von Kupfer und Schwefel in regulären Octaëdern erhält (der **Harrisit** soll nach Einigen dieses reguläre Cu<sup>2</sup>S, nach Anderen eine Pseudomorphose von Chalcosin nach Bleiglanz sein), während das natürlich vorkommende rhombisch krystallisiert. Da für die analoge Silberverbindung die gleiche Dimorphie zu erwarten ist, so hielt man bisher den als rhombisch aufgefassten Akanthit, obgleich sein Verhältniss a:b nicht unbeträchtlich abweicht, für isomorph mit Kupferglanz. Neuerdings ist es jedoch durch Krenner wahrscheinlich gemacht worden, dass die sogenannten Akanthitkrystalle dem regulären System und somit dem Silberglanz angehören. Trotzdem müssen Cu<sup>2</sup>S und Ag<sup>2</sup>S als isodimorph betrachtet werden, weil sich beide Körper in verschiedensten Verhältnissen mischen. Nun ist beim Schwefelkupfer offenbar die rhombische Modification die stabilere, da wir es in der Natur nur in dieser finden, während umgekehrt beim Schwefelsilber die reguläre Form diejenige ist, welche die stabilere Gleichgewichtslage der Moleküle darstellt. Dem entsprechend krystallisiren diejenigen Mischungen beider, in welchen Ag<sup>2</sup>S vorherrscht, der Jalpait, regulär, wie das Schwefelsilber selbst; diejenigen dagegen, in welchen Cu<sup>2</sup>S überwiegt, in den rhombischen Formen des Kupferglanzes, als Silberkupferglanz. Wenn man von dem Kupfersulfür nur die natürlich auftretende rhombische Form, von dem Schwefelsilber nur die reguläre Form kennen würde, so müsste man doch aus dem eben auseinandergesetzten Verhalten der Mischungen dieser beiden Körper schliessen, dass beide dimorph seien, und dem ersteren noch eine reguläre, dem letzteren noch eine rhombische Modification zukomme. Nicht in allen Fällen ist, wie in diesem, ein

solcher Schluss, der noch mehrmals zu machen sein wird, bereits durch die Beobachtung bestätigt (vergl. die Bemerkungen über Uranit). Mit dem Kupferglanz ist nach Kennigott auch isomorph das Tellursilber, doch hält Schrauf die rhombische Form dieses Körpers für zweifelhaft (vielleicht wird dieselbe durch die von demselben Autor als Tellursilber erkannte, quantitativ aber noch weiter zu untersuchende Tellursilberblende, Stützit, dargestellt); dagegen ist die reguläre Form des Tellursilbers, vollkommen übereinstimmend in ihrem Habitus mit Silberglanz, neuerdings in ausgezeichneten Krystallen gefunden worden.

Die übrigen Glieder der Gruppe sind, soweit über ihre Krystallisation sichere Angaben vorliegen, sämmtlich nur in der regulären Form bekannt, wie folgende Uebersicht zeigt:

Es krystallisirt	Regulär:	Rhombisch:
$\text{Cu}^2\text{S}$	{ Künstlich, ferner mit $\text{PbS}$ im Kupferbleiglanz und mit $\text{Ag}^2\text{S}$ im Jalpait	als Kupferglanz
$\text{PbS}$		—
	(mit $\text{Cu}^2\text{S}$ im Cuproplumbit)	—
$\text{PbSe}$	als Selenblei	—
$\text{PbTe}$	als Tellurblei	—
$\text{Ag}^2\text{S}$	als Silberglanz	als Akanthit?
	(mit $\text{Cu}^2\text{S}$ im Jalpait)	(mit $\text{Cu}^2\text{S}$ im Silberkupferglanz)
$\text{Ag}^2\text{Se}$	als Selen Silber	(? mit $\text{Cu}^2\text{Se}$ im Eukairit)
$\text{Ag}^2\text{Te}$	als Tellursilberglanz	?

Als möglicherweise dieser Gruppe angehörig ist zu betrachten:

Antimonsilber (Diserasit)	$\text{Ag}^2\text{Sb}(?)$	Rhombisch	$0,5775 : 1 : 0,6718$ .
------------------------------	---------------------------	-----------	-------------------------

G. Rose und Rammelsberg haben aus dem Umstande, dass die Analysen des Diserasit sehr verschiedene Mengen Antimon und Silber ergeben, geschlossen, dass das Mineral eine isomorphe Mischung beider sei. Dagegen hat bereits Kennigott geltend gemacht (Uebers. d. Result. min. Forsch. 1862 bis 1865), dass Antimon als Element doch eine zu sehr von der des Silbers abweichende chemische Rolle spiele, um beide als isomorph betrachten zu können, dass daher die rhombische Krystallform nur einer bestimmten Verbindung zukomme, und alle anderen, durch die Analyse gefundenen Verhältnisse durch Beimischungen entstanden wären, wie es mit den von Crooke untersuchten künstlichen Verbindungen von Zink und Antimon ebenfalls der Fall sei. In der That braucht man sich nur zu erinnern, dass eine mechanische Einmischung, selbst ziemlich grober Partikel, von Silber oder Antimon, welche beide in der Natur mit dem Antimonsilber zusammen vorkommen, wegen der Aehnlichkeit ihrer Farbe mit derjenigen des letzteren sich der Beobachtung stets entziehen würde, um wie viel mehr, wenn die Theilchen sehr fein beigemengt sind. Bei allen metallischen Substanzen sind die Resultate der Analysen nur dann als zuverlässig anzusehen, wenn sie durch die aus der Krystallform zu ziehenden Schlüsse bestätigt werden, da die einzige für die Reinheit des angewandten Materials entscheidende, optische Prüfung wegen dessen Undurchsichtigkeit nicht anwendbar ist.

Die Analysen des Antimonsilbers geben nun zum Theil mehr, zum Theil weniger Silber, als der oben angenommenen Formel entspricht. Dass diese aber die wahre Zusammensetzung des Minerals ausdrückt, dafür sprechen die Beziehungen, welche zwischen seiner Krystallform und der des Kupferglanzes bestehen; das Antimonsilber hat nämlich fast genau den Prismenwinkel des letzteren, dessen Isomorphie mit  $\text{Ag}^2\text{S}$  wegen der isomorphen Mischung im Silberkupferglanz anzunehmen ist; ferner zeigt das Antimonsilber ganz die gleichen Zwillingsbildungen, wie der Kupferglanz, und endlich ist der Werth der Verticalaxe, wie aus obigen krystallographischen Elementen ersichtlich, nahe  $\frac{2}{3}$  von der Länge der Verticalaxe der Chalcosinkrystalle. Es ist also wohl sehr wahrscheinlich, dass man es hier mit einer Isomorphie von  $\text{Ag}^2\text{Sb}$  mit  $\text{Ag}^2\text{S}$  zu thun hat, welche ihre Analoga in den isomorphen Sulfiden, Antimoniden und Arseniden der 4. Gruppe (S. 19) findet.

Endlich wären hier noch die folgenden problematischen, wahrscheinlich nicht homogenen Substanzen zu erwähnen, für welche die beigesetzten Formeln angegeben werden:

Plumbomanganit,  $\text{PbS} \cdot 3 \text{Mn}^2\text{S}$ .  
O'Rileyit,  $\text{Cu}^2\text{S} \cdot 4 \text{Fe}^2\text{S}$ .

**Arsenargentit** = Huntolith, soll wesentlich  $\text{Ag}^3\text{As}$  sein.

**Crookesit** ( $\text{Cu}$ ,  $\text{Tl}$ ,  $\text{Ag}$ ) $^2\text{Se}$ .

**Wismuthsilber**,  $\text{Ag}^{10}\text{Bi}$ .

**Wismuthgold (Maldonit)**,  $\text{Au}^2\text{Bi}$ .

**Huascalolith** ist wohl ein Gemenge von Bleiglanz und Zinkblende.

## 8. Gruppe. (Isodimorphe Gruppe der Sulfide der Metalle der Kupfergruppe von der Formel $\text{RS}_2$ .)

### a) Reguläre Reihe:

<b>Metacinnabarit</b>	$\text{HgS}$	Regulär tetr. hem.
<b>Selenschwefelquecksilber</b> (Onofrit)	$\text{Hg}(\text{S}, \text{Se})$	" " "
<b>Selenquecksilber</b> (Tiemannit)	$\text{HgSe}$	" " "
<b>Tellurquecksilber</b> (Coloradoit)	$\text{HgTe}$	?

### β) Rhomboëdrische Reihe:

<b>Kupferindig</b> (Covellin)	$\text{CuS}$	Hexagonal rhomboëdr. $\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = 1 : 1,1466$
<b>Zinnober</b> (Cinnabarit)	$\text{HgS}$	Hexagonal trapez. tetart. $1 : 1,1448$

Anmerk. Da das in der Natur nicht vorkommende Quecksilbersulfür,  $\text{Hg}_2\text{S}$ , dem Kupferglanz,  $\text{Cu}_2\text{S}$ , der Zinnober aber in seiner Zusammensetzung dem Kupferindig entspricht, so muss bei der unzweifelhaften Isomorphie der beiden Metalle  $\text{Cu}$  und  $\text{Hg}$  auch eine solche der Verbindungen  $\text{CuS}$  und  $\text{HgS}$  erwartet werden. In der That braucht man nur die vorherrschende Pyramide des Covellin zur primären 2. Ordnung zu nehmen (Kengott hat dieselbe als {1014} und die untergeordnete steilere als {1011} betrachtet), so erhält man das obige, dem des Zinnobers sehr nahe kommende Axenverhältniss.

Das Selenquecksilber ist mit der metallischen (im amorphen Zustande schwarzen) Modification des Quecksilbersulfides, dem Metacinnabarit, isomorph, wie die Auffindung ausgebildeter Krystalle durch Penfield neuerdings gelehrt hat. Der Onofrit ist zwar nicht krystallisiert beobachtet worden, aber aus seinen Eigenschaften, besonders aus seinem specifischen Gewicht (wie zuerst Brush zeigte) geht mit Evidenz hervor, dass derselbe eine isomorphe Mischung von Tiemannit und Metacinnabarit ist. Dass der Coloradoit derselben Reihe angehört, ist nach seinen Eigenschaften als wahrscheinlich anzunehmen.

Der Guadalcasarit unterscheidet sich vom schwarzen Schwefelquecksilber nur durch einen geringen Gehalt an Zink.

Selenquecksilberblei und Selenquecksilberkupferblei sind jedenfalls Gemenge von Selenquecksilber mit Selenblei resp. mit Selenkupferblei.

Cantonit ist nach Genth Kupferindig, pseudomorph nach Bleiglanz.

Eine interessante Analogie zeigt vorstehende Gruppe mit derjenigen der Sulfide der Zink-Eisengruppe (S. 17), indem in beiden die eine Reihe regulär tetr. hemiëdrisch, die andere rhomboëdrisch krystallisiert.

Lautit (Rhombisch?) ist nach Frenzel  $\text{Cu} \cdot \text{AsS}$ , d. h. eine Verbindung, deren Constitution nicht anders aufzufassen wäre, als diejenige eines Kupferatoms mit der einwerthigen Gruppe  $-\text{As}=\text{S}$ , und welche somit eine ganz isolirte Stellung im System einnehmen würde. Es muss jedoch bemerkt werden, dass Weisbach eine Beimengung von metallischem Arsen darin angiebt, und daher das Mineral für ein Gemenge erklärt hat.

## 9. Gruppe. (Goldtellurverbindungen.)

<b>Schrifterz</b> (Sylvanit)	(Au, Ag) $\text{Te}_2$	Monosymmetrisch	$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = 1,6339 : 1 : 1,1265$	$90^\circ 25'$
<b>Krennerit</b>		Rhombisch	$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = 0,9407 : 1 : 0,5045$	

Anmerk. Das krystallisirte Schriftez, auf welches sich die angegebenen monosymmetrischen Elemente beziehen, hat sehr nahe die Zusammensetzung  $\text{AuAgTe}^4$  und ist daher vielleicht (unter der Annahme, dass die beobachteten Abweichungen von diesem Atomverhältniss durch mechanische Beimengungen bewirkt sind), als  $\text{AuTe}^3 \cdot \text{AgTe}$ , eine Verbindung von der Natur der Sulfosalze, aufzufassen. Im Krennerit ist dagegen das Atomverhältniss von  $\text{Au} : \text{Ag}$  ungefähr 3:1, und noch höheren Goldgehalt zeigt der Calaverit Genth's; da dieser jedoch noch nicht in messbaren Krystallen gefunden worden ist, so muss es dahin gestellt bleiben, ob derselbe als eine goldreichere Mischung von der Form des Sylvanit oder des Krennerit zu betrachten ist. Nimmt man Gold und Silber als einander isomorph vertretend an, so würde die vorstehende Gruppe als dimorph betrachtet werden müssen.

Ganz unsicher im System ist die Stellung des

<b>Nagyagit</b> (Blätterers)	$\text{Au}^2 \text{Pb}^{14} \text{Sb}^3 (\text{S}, \text{Te})^{24}$	Rhombisch	$0,2807 : 1 : 0,2761$
---------------------------------	---	-----------	-----------------------

Vorstehende Formel, welche sich vielleicht (mit einer sehr kleinen Correction im Schwefelgehalt) in  $28 \text{Pb} (\text{S}, \text{Te}) \cdot 2 \text{Au}^2 (\text{S}, \text{Te})^3 \cdot 3 \text{Sb}^3 (\text{S}, \text{Te})^5$  auflösen liesse, ist das Resultat der neuesten Analyse von Sipöcz. Von dieser weichen die früheren Untersuchungen nicht nur in Bezug auf den Gehalt an Blei und Tellur z. Th. bedeutend, sondern auch dadurch ab, dass einige Beobachter das Mineral frei von Antimon fanden. Dasselbe bedarf daher wohl noch weiterer Untersuchungen.

Das Gleiche gilt von den Mineralien, welche man als Weisstellur, Gelbers und Müllerin bezeichnet hat, antimonhaltigen Telluriden von Gold, Silber und Blei, deren Analysen sehr schwankende Verhältnisse zwischen ( $\text{Au}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Pb}$ ) einerseits und ( $\text{Te}$ ,  $\text{Sb}$ ) andererseits ergeben.

## C. Sulfosalze.

### a) Sulfoferrite und diesen verwandte Sulfosalze.

#### 1. Gruppe. (Sulfosalze der Metalle der Eisengruppe.)

<b>Daubréelith</b>	$[\text{CrS}^2]^2 \text{Fe}$	Krystallform?
--------------------	------------------------------	---------------

Anmerk. Dieses meteorische Mineral ist ein Sulfochromit des Eisens, vollkommen analog den Aluminaten und Ferriten der Spinellgruppe unter den Sauerstoffsalzen.

Wie bereits S. 19 bemerkt, könnte hierher auch die Linneitgruppe gestellt werden.

#### 2. Gruppe. (Sulfosalze der Metalle der Kupfergruppe.)

<b>Buntkupfererz</b> (Bornit)	$\text{FeS}^3 \text{Cu}^3$	Regulär
<b>Kupferkies</b> (Chalkopyrit)	$\text{FeS}^2 \text{Cu}$	Tetragonal spen. hem. $1 : 0,9856$
<b>Cuban</b>	$[\text{FeS}^2]^2 \text{Cu}$	Regulär
<b>Carollit</b>	$[\text{CoS}^2]^2 \text{Cu}$	?

Anmerk. Wie Eisenoxyd und Thonerde starken Basen gegenüber sich als Säuren verhalten, so bildet auch die entsprechende Schwefelverbindung des Eisens eine Sulfosäure, von welcher die Alkali- und Silbersalze bekannt sind. Lässt man auf das Kaliumsalz  $\text{FeS}^2 \text{K}$  Kupferchlorür einwirken, so entsteht, indem das einwerthige Kupfer an Stelle des Kaliums tritt, Kupferkies nach der Gleichung:  $\text{FeS}^2 \text{K} + \text{CuCl} = \text{FeS}^2 \text{Cu} + \text{KCl}$ . Durch diesen Versuch Schneider's ist der Beweis geliefert, dass der Chalkopyrit aufzufassen ist als das Kupferoxydsalz der Säure  $\text{FeS} \cdot \text{SH}$ , welche sich von der normalen Säure  $\text{Fe}[\text{SH}]^3$  durch Austritt von  $\text{SH}^2$  ableitet (durch Austritt eines weiteren  $\text{SH}^2$  aus 2 Mol.  $\text{FeS} \cdot \text{SH}$  entsteht alsdann das Anhydrid  $\text{Fe}^3 \text{S}^3$ ). Das Buntkupfererz, analog aufgefasst, würde alsdann das Salz der oben erwähnten normalen Säure  $\text{Fe}[\text{SH}]^3$  sein, d. i.  $\text{Fe}[\text{SCu}]^3$ . Dieser Zusammensetzung entsprechen jedoch nur die krystallisirten Varietäten; die häufigeren derben sind grösstentheils mechanische Gemenge, besonders mit Kupferglanz.

Barnhardtit Genth's ist  $\text{Fe}^2\text{S}^5\text{Cu}^4$ .

Castillit ist silberhaltiger und wahrscheinlich mit anderen Schwefelverbindungen gemengter Bornit.

Die beiden letzten Mineralien dieser Gruppe enthalten mehr Schwefel gegenüber den Metallen, als es im Kupferkies der Fall ist; man muss daher, wie es umstehend geschehen ist, zweiwerthiges Kupfer (analog den Kupferoxydsalzen) oder eine höhere Schwefelungsstufe des Eisens darin annehmen. Letztere Deutung wäre die weniger einfache.

### 3. Gruppe. (Gruppe der Silberkiese.)

Sternbergit	$\text{Fe}^2\text{S}^3\text{Ag}$	Rhombisch	$0,5831 : 1 : 0,8387$
Argyropyrit	$\text{Fe}^7\text{S}^{11}\text{Ag}^3$	"	(?, ähnlich dem vor.)
Frieseit	$\text{Fe}^5\text{S}^8\text{Ag}^2$	"	$0,5969 : 1 : 0,7352$
Argentopyrit (Silberkies)	$\text{Fe}^3\text{S}^5\text{Ag}$	"	= Sternbergit

Anmerk. Nach den vorhandenen Analysen bilden die verschiedenen Silberkiese in Bezug auf ihre chemische Zusammensetzung gleichsam eine zusammenhängende Reihe, in welcher mit dem Eisen der Schwefelgehalt fortwährend steigt. Da nun die Krystallformen aller Glieder dieser Reihe in sehr naher Beziehung zu einander stehen, so nimmt Streng an, dieselben hätten die allgemeine Formel  $\text{Ag}^m\text{S}^n \cdot m\text{Fe}^x\text{S}^{n+1}$  und seien isomorphe Mischungen von rhombischem  $\text{Ag}^2\text{S}$  mit einem Sulfide von der Art des Pyrrhotin, und Vrb a zeigte, dass sich die Zusammensetzung aller bisher analysirten Varietäten dieser Gruppe mit der Streng'schen Annahme in Einklang bringen lässt; während die Zahl m, der isomorphen Mischung entsprechend, keine einfache ist, erhält das zu  $\text{Ag}^2\text{S}$  hinzutretende Eisensulfid die Formeln:  $\text{Fe}^6\text{S}^7$ ,  $\text{Fe}^6\text{S}^6$ ,  $\text{Fe}^4\text{S}^5$ ,  $\text{Fe}^3\text{S}^4$  und  $\text{Fe}^2\text{S}^3$ . Da jedoch bei den meist sehr kleinen Krystallen dieser seltenen Mineralien eine mechanische Beimengung von Schwefeleisen wegen der Aehnlichkeit der Farbe sich sehr leicht der Beobachtung entziehen würde, so dürften die oben angeführten empirischen Formeln noch keineswegs als sicher gestellt betrachtet werden und darauf keine theoretische Schlussfolgerungen zu gründen sein. Betrachtet man, was jedenfalls das Wahrscheinlichste ist, die Silberkiese als Sulfosalze, so würde der Argentopyrit das Silbersalz einer Säure  $\text{Fe}^3\text{S}^5\text{H}$  darstellen, welche sich von 3 Mol.  $\text{Fe}[\text{SH}]^3$  durch Austritt von  $4\text{SH}^2$  ableitet. Vielleicht sind die übrigen Silberkiese, deren krystallographische Unterschiede ja nicht gross sind, nur durch Beimischungen von Schwefeleisen in der Form eines Eisensulfocerrits verschieden.

#### b) Sulfarsenite, Sulfantimonite und Sulfobismutite.

Wie sich von der normalen Arsenigsäure  $\text{As}[\text{OH}]^3$  und der normalen Antimonigsäure  $\text{Sb}[\text{OH}]^3$  durch Wasseraustritt andere Säuren ableiten, wie  $\text{AsO}[\text{OH}]$  und  $\text{SbO}[\text{OH}]$ , so dass es mehrere Reihen von arsenigsauren und antimonigsauren Salzen giebt, — ebenso kehrt dieses Verhältniss wieder bei den Schwefelverbindungen, welche jedoch eine noch weit grössere Mannigfaltigkeit in ihrer Zusammensetzung zeigen und folgenden (im freien Zustande nicht bekannten) Sulfosäuren entsprechen: 1) der normalen Sulfarsenigsäure  $\text{As}[\text{SH}]^3$ , deren Salze die grösste Reihe bilden; 2) der Säure  $\text{AsS}[\text{SH}]$ , aus der vorigen durch Austritt eines Moleküls  $\text{SH}^2$  entstanden; 3) der Säure  $\text{As}^2\text{S}^5\text{H}^4 = 2\text{As}[\text{SH}]^3 - \text{SH}^2$ ; 4)  $\text{As}^4\text{S}^{11}\text{H}^{10} = 4\text{As}[\text{SH}]^3 - \text{SH}^2$ ; 5)  $\text{As}^4\text{S}^9\text{H}^6 = 4\text{As}[\text{SH}]^3 - 3\text{SH}^2$ ; 6)  $\text{As}^4\text{S}^7\text{H}^2 = 4\text{As}[\text{SH}]^3 - 5\text{SH}^2$ ; 7)  $\text{As}^6\text{S}^{11}\text{H}^4 = 6\text{As}[\text{SH}]^3 - 7\text{SH}^2$ ; 8)  $\text{As}^8\text{S}^{17}\text{H}^{10} = 8\text{As}[\text{SH}]^3 - 7\text{SH}^2$ ; 9)  $\text{As}^8\text{S}^{13}\text{H}^2 = 8\text{As}[\text{SH}]^3 - 11\text{SH}^2$ . Diese Reihenfolge ist zugleich diejenige der Häufigkeit, indem den ersten und einfachsten Säuren die grösste Anzahl und die wichtigsten der in der Natur vorkommenden Sulfarsenite, resp. Sulfantimonite u. s. w., entsprechen, während die letzten und complicirtesten nur



durch einzelne und selten vorkommende Mineralien repräsentirt sind. Ausserdem existirt aber noch eine Anzahl basischer Sulfarsenite und Sulfantimonite, welche mehr von dem als Sulfobase fungirenden Schwefelmetall enthalten, als es der Säure  $\text{As}[\text{SH}]^3$  entspricht, und zwar bis zum vierfachen Betrage (Polyargyrit).

Wie die Sulfosalze der Alkalimetalle durch die Vereinigung von Schwefelalkalien mit den Anhydriden der entsprechenden Schwefelverbindungen erhalten werden können, so können wir uns auch die natürlichen sulfarsenigsauren, sulfantimonigsauren u. s. w. Salze entstanden denken durch die Vereinigung von Schwefelmetallen mit den Anhydriden dieser Sulfosäuren, nämlich mit  $\text{As}^2\text{S}^3$ ,  $\text{Sb}^2\text{S}^3$  und  $\text{Bi}^2\text{S}^3$ , um so mehr, als wir meist dieselben Schwefelmetalle oder die genannten Säureanhydride (namentlich den Antimonglanz) oder beides auf den gleichen Lagerstätten mit den Verbindungen, zu denen sie sich vereinigt haben, zusammen in der Natur vorfinden. Es ist deshalb in den Ueberschriften der einzelnen Gruppen das Verhältniss angegeben, welches sich ergibt, wenn man die betreffenden Mineralien als Verbindungen von RS mit  $\text{As}^2\text{S}^3$ , resp.  $\text{Sb}^2\text{S}^3$  oder  $\text{Bi}^2\text{S}^3$  auffasst. Solche Verbindungen existiren, wie oben erwähnt, nach recht verschiedenen Verhältnissen; diejenigen, in welchen 3 Mol.  $\text{RS}$  resp.  $\text{R}^2\text{S}$  auf 1 Mol.  $\text{As}^2\text{S}^3$  kommen, entsprechen der normalen Säure  $\text{As}[\text{SH}]^3$ , alle mit weniger Schwefelmetall den übrigen auf voriger Seite abgeleiteten Säuren, die mit mehr RS den basischen Salzen. Nach dem Verhältniss  $\text{RS}:\text{As}^2\text{S}^3$  sind diese Mineralien hier derart angeordnet worden, dass mit dem kleinsten Verhältniss, also den arsenreichsten, begonnen wird und die basischen Salze den Schluss machen.

Die Schwefelmetalle  $\text{RS}$ , welche in diesen Verbindungen auftreten, sind ganz besonders  $\text{Cu}^2\text{S}$ ,  $\text{PbS}$  und  $\text{Ag}^2\text{S}$ , also die Glieder der isodimorphen 7. Gruppe (S. 22). Es wäre daher zu erwarten, dass die drei analogen Verbindungen derselben z. B. mit  $\text{As}^2\text{S}^3$  stets isomorph seien. Hiervon finden indess insofern Abweichungen statt, als die Kupfer- und Bleiverbindungen, wenn krystallisirt, zwar stets isomorph sind, die Silberverbindung aber in den meisten Fällen eine andere Form besitzt. Andererseits sind jedoch die Verbindungen eines und desselben Schwefelmetalls mit den drei hier in Betracht kommenden Säureanhydriden  $\text{As}^2\text{S}^3$ ,  $\text{Sb}^2\text{S}^3$  und  $\text{Bi}^2\text{S}^3$  bei analoger Constitution regelmässig von übereinstimmender Krystallform; Arsen kann daher stets durch Antimon oder Wismuth isomorph ersetzt werden, und sein Zeichen As repräsentirt deshalb in den allgemeinen Formeln der einzelnen Gruppen zugleich die beiden anderen Metalloide.

1. Gruppe. (Allgemeine Formeln:  $\text{As}^3\text{S}^{13}\text{R}$  entsprechend  $4\text{As}^2\text{S}^3.\text{RS}$ ,  $\text{As}^4\text{S}^7\text{R}$  entsprechend  $2\text{As}^2\text{S}^3.\text{RS}$  und  $\text{As}^6\text{S}^{11}\text{R}^2$  entsprechend  $3\text{As}^2\text{S}^3.2\text{RS}$ .)

Livingstonit  $\text{Sb}^3\text{S}^{13}\text{Hg}^3$  Rhombisch.

Bolivian ist vielleicht  $\text{Sb}^{12}\text{S}^{19}\text{Ag}^2$ , jedoch liegt nur eine Silberbestimmung und die qualitative Analyse vor.

Guejarit	$\text{Sb}^4\text{S}^7\text{Cu}^3$	Rhombisch	$0,8220 : 1 : 0,7841.$
Chiviatit	$\text{Bi}^6\text{S}^{11}\text{Pb}^3$	?	

Anmerk. Im letzteren Mineral ist ein kleiner Theil des Bleiglanz durch Kupferglanz vertreten.

Nach der Formel  $\text{Bi}^8\text{S}^{16}\text{Cu}^6$ , also dem Verhältniss  $4\text{Bi}^2\text{S}^3 : 3\text{Cu}^2\text{S}$  zusammengesetzt scheint ein wahrscheinlich neues, von Hillebrand beschriebenes Mineral von Colorado.

Als **Resbanyit** wurde eine Substanz beschrieben, deren Analyse die Formel  $\text{Bi}^{10}\text{S}^{19}\text{Pb}^4$  gab. Da jedoch ein Ueberschuss von Wismuth vorhanden war und in dem derben Erze eine Beimengung von Wismuthglanz nicht erkennbar ist, so dürfte das Mineral sich nur hierdurch vom Bleiwismuthglanz (siehe nächste Gruppe) unterscheiden. **Dognácskait** ist eine ähnlich zusammengesetzte Kupferverbindung.

## 2. Gruppe. (Allgemeine Formel: $\text{AsS}^2\text{R}$ resp. $\text{As}^2\text{S}^4\text{R}$ , entsprechend $\text{As}^2\text{S}^3$ . R.S.)

**Berthierit**

$\text{Sb}^2\text{S}^4\text{Fe}$

Krystallform ?

Anmerk. Nachdem bereits durch mehrere Analysen nachgewiesen worden ist, dass einige diesem Mineral zugezählte Varietäten theils mehr, theils weniger Antimonsulfid enthalten, als der Formel entspricht (in ersteren ist vielleicht Antimonglanz mechanisch beigemischt), hat Fischer nachgewiesen, dass zwei in ihrem Löthrohrverhalten abweichende Substanzen unter dem Namen „Berthierit“ cursiren, und dass daher dieses Mineral noch einer weiteren Untersuchung bedarf. Der Berthierit von Ungarn zeigt nach dem Genannten auch einen Arsengehalt.

<b>Kupferantimonglanz</b> (Wolfsbergit)	$\text{Sb}^2\text{S}^4\text{Cu}^2$	Rhombisch	$0,539 : ? : 0,654$
<b>Kupferwismuthglanz</b> (Emplektit)	$\text{Bi}^2\text{S}^4\text{Cu}^2$	„	$0,5385 : 1 : 0,6204$
<b>Bleiarsenglanz</b> (Skleroklas vom Rath)	$\text{As}^2\text{S}^4\text{Pb}$	„	$0,539 : 1 : 0,619$
<b>Bleiantimonglanz</b> (Zinckenit)	$\text{Sb}^2\text{S}^4\text{Pb}$	„	$0,5698 : 1 : 0,5978$
<b>Bleiwismuthglanz</b> (Galenobismutit)	$\text{Bi}^2\text{S}^4\text{Pb}$	?	
<b>Alaskait</b>	$\text{Bi}^2\text{S}^4(\text{Pb}, \text{Ag}^2, \text{Cu}^2)$	?	
<b>Silberwismuthglanz</b>	$\text{Bi}^2\text{S}^4\text{Ag}^2$	?	
<b>Selenbleiwismuthglanz</b>	$\text{Bi}^2(\text{S}, \text{Se})^4\text{Pb}$	?	

Anmerk. Die Namen „Kupferantimonglanz“ u. s. w. beziehen sich darauf, dass diese Mineralien, wie es die obigen Formeln darthun, als Verbindungen von „Kupferglanz“ und „Antimonglanz“ (resp. der entsprechenden Sulfide) zu gleichen Molekülen aufgefasst werden können. Diese, die chemische Zusammensetzung zum Ausdruck bringende Nomenclatur ist bei der vorstehenden Gruppe besonders deshalb von Wichtigkeit, weil ein Mineral derselben, der Bleiarsenglanz, von G. vom Rath mit einem Namen belegt wurde, welchen andere Autoren auf andere, mit jenem zusammen vorkommende Mineralien (Binnit, Dufrenoyzit) angewendet hatten, dessen Gebrauch also leicht zu Verwechselungen führt.

Sämmtliche Glieder dieser Gruppe, deren Krystallformen man kennt, sind einander vollkommen isomorph. Die Uebereinstimmung ihrer Krystallformen wird besonders klar ersichtlich, wenn man von dem Bleiarsenglanz (v. Rath's Skleroklas) ausgeht, dessen genaue krystallographische Kenntniss wir G. v. Rath verdanken (Poggend. Ann. Bd. 122). Bei der von diesem Beobachter den Krystallen gegebenen Stellung zeigen dieselben eine grosse Zahl von Makrodomen, eine kleinere von Brachydomen und die primäre Pyramide; das Prisma, welches deren Basiskanten abstumpfen würde,  $\{110\} \propto P$  (nicht beobachtet) misst  $56^\circ 40'$ ; von diesem Werth nur  $2^\circ 41'$  verschieden ist das Prisma des Bleiantimonglanzes (Zinckenite), der ausser diesen Flächen nur noch die eines stumpfen Makrodomas zeigt, das genau dem am Bleiarsenglanz beobachteten  $\{104\} \frac{1}{4} \bar{P} \propto$  entspricht; die Winkeldifferenz ist  $1^\circ 19'$ . Noch viel leichter ist indess die Isomorphie des Kupferwismuthglanzes mit dem Bleiarsenglanz zu ersehen; sämmtliche fünf Prismen nämlich, welche Dauber (Poggend. Ann. Bd. 92) und Weisbach (ebendas. Bd. 123) an jenem Mineral gemessen haben, sind in ihren Winkeln bis auf wenige Minuten übereinstimmend mit fünf von v. Rath am Bleiarsenglanz beobachteten Makrodomen; bringt man daher das erstere Mineral in die entsprechende Stellung, so werden die beiden anderen Formen, welche Dauber und Weisbach fanden und als Makrodomen bestimmten, zu Brachydomen, von denen

das eine bis auf 4' dem Brachydoma  $\{021\} 2\bar{P}\infty$  des Bleiarsenglanzes gleicht. Bei dieser Stellung sind ferner nicht nur beide Mineralien von völlig übereinstimmendem Habitus, nämlich dünne gestreifte Prismen, durch Combinationen vieler Makrodomen gebildet, an den Enden durch eine geringere Anzahl Brachydomen begrenzt, bei vollständigem Fehlen verticaler Prismen, — sondern sie haben dann auch gleiche Spaltbarkeit nach  $\{001\}$ .

Vom Kupferantimonglanz endlich kennt man nur Krystallflächen in einer Zone, in der auch die vollkommene Spaltungsfläche liegt (G. Rose, Poggend. Ann. Bd. 35). Nimmt man diese ebenfalls, wie bei den soeben besprochenen Mineralien, als Basis  $\{001\} oP$ , so entsprechen die beiden von G. Rose gemessenen Formen bis auf 1 bis  $1\frac{1}{2}^\circ$  den Formen  $\{101\} \bar{P}\infty$  und  $\{201\} 2\bar{P}\infty$  des Bleiarsenglanzes.

Eine Uebersicht der krystallographischen Uebereinstimmung dieser vier Mineralien wird die folgende Winkeltabelle geben, in welcher die einander entsprechenden Formen in die gleiche Horizontalcolumnne gestellt sind. Für den Bleiarsenglanz ist nach Obigem die Stellung, welche ihm G. v. Rath gegeben, beibehalten; bei den übrigen steht das von den früheren Beobachtern angewandte, einer anderen Stellung entsprechende Zeichen hinter der Winkelangabe in  $\{ \}$ ; die in  $[ ]$  eingeschlossenen Winkel sind solche, welche einer an der betreffenden Substanz noch nicht beobachteten Form angehören.

	Bleiarsenglanz	Blei-antimonglanz	Kupferantimonglanz	Kupferwismuthglanz
$oP: \frac{1}{4}\bar{P}\infty = (001):(104)$	$16^\circ 1'$	$14^\circ 42' \{101\}$	—	—
$oP: \frac{1}{2}\bar{P}\infty = (001):(102)$	29 42	—	—	—
$oP: \frac{5}{9}\bar{P}\infty = (001):(509)$	32 32	—	—	$32^\circ 37' \{320\}$
$oP: \frac{5}{7}\bar{P}\infty = (001):(507)$	39 22	—	—	$38 40 \{650\}$
$oP: \frac{5}{6}\bar{P}\infty = (001):(506)$	43 45	—	—	$43 50 \{110\}$
$oP: \bar{P}\infty = (001):(101)$	48 57	—	$50^\circ 30' \{120\}$	—
$oP: \frac{5}{8}\bar{P}\infty = (001):(508)$	62 25	—	—	$62 30 \{120\}$
$oP: 2\bar{P}\infty = (001):(201)$	$[66 28]$	—	$67 36 \{110\}$	—
$oP: 5\bar{P}\infty = (001):(501)$	80 7	—	—	$81\frac{1}{4} \text{ circa } \{170\}$
$oP: 2\bar{P}\infty = (001):(021)$	51 4	—	—	$51^\circ 8' \{101\}$
$oP: 6\bar{P}\infty = (001):(061)$	$[74 56]$	—	—	$75 5 \{103\}$
$\infty P: \infty P = (110):(\bar{1}\bar{1}0)$	$[56 40]$	$59 21 \{110\}$	?	$[56 36]$

Dieser Stellung entsprechend sind die Axenverhältnisse auf voriger Seite angegeben. Beim Kupferantimonglanz kennt man das Verhältniss der Axe b zu den beiden anderen nicht, daher ist hier, um die Uebereinstimmung der Relation .a : c mit den übrigen zu zeigen, für a der Werth der beiden folgenden Glieder der Gruppe zu Grunde gelegt worden.

Die Salze von der Formel  $As^2S^4R^2$  resp.  $AsS^2R$  müssen als dimorph betrachtet werden, denn die nunmehr folgende reine Silberverbindung krystallisirt monosymmetrisch. Mit derselben ist wahrscheinlich (messbare Krystalle sind nicht gefunden worden) isomorph der Plenargyrit Sandberger's, während der gleich zusammengesetzte Silberwismuthglanz Rammelsberg's andere Eigenschaften zeigt und deshalb wahrscheinlich der rhombischen (Kupferantimonglanz-) Reihe angehört (s. v. S.).

Silberantimonglanz (Miargyrit)	$SbS^2Ag$	Monosymmetrisch	$3,0017 : 1 : 2,9166$	$98^\circ 37'$
Plenargyrit	$BiS^2Ag$	?		

Anmerk. Für den Miargyrit ist das von Lewis neuerdings sehr sorgfältig bestimmte Axenverhältniss adoptirt worden. Im ungarischen Silberantimonglanz (Kennigottit) ist etwas  $Ag^2S$  durch  $PbS$  vertreten. Breithaupt's Hypargyrit ist mit dem Miargyrit identisch.

3. Gruppe. (Allgemeine Formel:  $\text{As}^3\text{S}^{17}\text{R}^3$  entsprechend  $4\text{As}^2\text{S}^3 \cdot 5\text{RS.}$ )

**Plagionit**       $\text{Sb}^3\text{S}^{17}\text{Pb}^3$       Monosymmetrisch       $1,1331 : 1 : 0,4228$        $107^\circ 10'$

4. Gruppe. (Allgemeine Formel:  $\text{As}^4\text{S}^9\text{R}^3$  entsprechend  $2\text{As}^2\text{S}^3 \cdot 3\text{RS.}$ )

**Binnit vom Rath**       $\text{As}^4\text{S}^9\text{Cu}^6$       Regulär tetr. hem.  
**Klaprothit**       $\text{Bi}^4\text{S}^9\text{Cu}^6$       Rhombisch       $0,740 : 1$  circa  
**Domingit**       $\text{Sb}^4\text{S}^9\text{Pb}^3$       ?  
**Schirmerit**       $\text{Bi}^4\text{S}^9(\text{Ag}^2, \text{Pb})^3$       ?

Anmerk. Da die beiden ersten Mineralien dieser Gruppe vollkommen analoge Constitution haben, liegt hier jedenfalls ein Beispiel von Dimorphie vor.

Mit dem Namen „Domingit“ ist hier das neuerdings von Eakins beschriebene, auf der Domingo-Mine in Colorado in nadelförmigen Krystallen vorkommende Erz bezeichnet worden.

Wahrscheinlich existirt noch eine hierher gehörige Verbindung von der Zusammensetzung  $\text{Bi}^4\text{S}^9\text{Pb}^3\text{Fe}$ , welche aber bisher nur mit metallischem Wismuth gemengt aufgefunden worden ist (bei Fahlun).

5. Gruppe. (Allgemeine Formel:  $\text{As}^2\text{S}^5\text{R}^2$  entsprechend  $\text{As}^2\text{S}^3 \cdot 2\text{RS.}$ )

**Dufrenoyzit vom Rath**       $\text{As}^2\text{S}^5\text{Pb}^2$       Rhombisch       $0,938 : 1 : 1,531$   
**Jamesonit**       $\text{Sb}^2\text{S}^5\text{Pb}^2$       „       $0,915 : 1 : ?$   
**Kobellit**       $(\text{Bi}, \text{Sb})^2\text{S}^5\text{Pb}$       „      ?  
**Cosalit**       $\text{Bi}^2\text{S}^5\text{Pb}^2$       „       $0,919 : 1 : 1,460$   
 (Bjelkit)  
**Schapbachit**       $\text{Bi}^2\text{S}^5(\text{Pb}, \text{Ag}^2)^2$       „      ?  
 (Wismuthsilbererz)

Anmerk. Die vorstehenden Mineralien sind jedenfalls sämmtlich isomorph, da auch für den Schapbachit rhombische Formen mit basischer Spaltbarkeit angegeben werden. **Heteromorphit** oder **Zundererz** nennt man die feinfaserigen Varietäten des Jamesonit; Pisani nimmt für den Heteromorphit eine abweichende Zusammensetzung nach der Formel  $\text{Sb}^8\text{S}^{19}\text{Pb}^7$  an, doch dürften die Abweichungen von der obigen einfachen Formel wohl sämmtlich auf Verunreinigungen dieser Aggregate zurückzuführen sein. Dass das sogenannte Zundererz meist ein Gemenge von reinem Heteromorphit (= Jamesonit) mit anderen Schwefelverbindungen ist, unter denen sich zuweilen auch ein Sulfantimoniat (sulfantimonsaures Salz) befindet, wies Rösing nach.

Sehr nahe in seiner chemischen Zusammensetzung dem Jamesonit steht der **Semseyit**, welchem nach der Analyse von Sipöcz die Formel  $\text{Sb}^6\text{S}^{16}\text{Pb}^7$  zukommt. Nimmt man in den auf Bleiglanz aufgewachsen vorkommenden Krystallen eine Beimengung von 2 bis 3 Proc. Bleiglanz an, welche sich gewiss der Beobachtung entziehen würde, so wäre die Formel gleich derjenigen des Jamesonit. Ganz abweichend ist jedoch die Krystallform des Minerals, welche vielmehr gewisse Aehnlichkeiten mit derjenigen des Plagionit zeigt. Nach Krenner ist die Substanz monosymmetrisch;  $a:b:c = 1,1432:1:1,1053$ ;  $\beta = 108^\circ 56'$ . Cosalitvarietäten von Colorado haben theils die Zusammensetzung  $\text{Bi}^2\text{S}^5(\text{Pb}, \text{Cu}^2)^2$ , theils  $\text{Bi}^2\text{S}^5(\text{Pb}, \text{Ag}^2, \text{Cu}^2)^2$ .

Für den Kobellit folgt die obige Formel aus der ursprünglichen Analyse Setterberg's und aus der eines neuen Vorkommens von Keller. Rammelsberg bezeichnete dagegen ein anderes Erz des schwedischen Fundortes, welches nach der Formel  $(\text{Bi}, \text{Sb})^2\text{S}^5\text{Pb}^3$  zusammengesetzt ist, mit jenem Namen, in der Meinung, dass Setterberg's Analyse falsch sei. Da durch Keller nun die Existenz obiger Verbindung nachgewiesen ist, liegt kein Grund mehr vor, an dieser, zwar in alle Handbücher übergegangen, aber unbewiesenen Annahme festzuhalten.

**Brongniartit**       $\text{Sb}^2\text{S}^5(\text{Ag}^2, \text{Pb})^2$       Regulär

Anmerk. Wenn das von Damour analysirte derbe Erz mit den oktaëdrischen Krystallen identisch ist, so liegt hier wieder ein Fall der Verschiedenheit in der Krystallform der Silber-

verbindung vor, welcher, wie wahrscheinlich auch die übrigen, durch eine Dimorphie zu erklären ist, denn der Brongniartit besteht ungefähr zur Hälfte aus Jamesonit, und im Dufrenoyisit, Cosalit und manchen Jamesoniten ist ein kleiner Theil, im Schapbachit ein beträchtlicher Theil des Pb durch  $\text{Ag}^2$  in wechselndem Verhältniss ersetzt, so dass eine diesen rhombischen Mineralien isomorphe Silberverbindung anzunehmen ist. Wenn sich bestätigen sollte, dass dem Semseyit dieselbe Formel zukomme, wie dem Jamesonit, so würde die vorstehende Gruppe sogar trimorph sein.

6. Gruppe. (Allgemeine Formel:  $\text{As}^4\text{S}^{11}\text{R}^3$ , entsprechend  $2\text{As}^2\text{S}^3 \cdot 5\text{RS.}$ )

Diaphorit	} $\text{Sb}^4\text{S}^{11}(\text{Pb}, \text{Ag}^2)^3$ dimorph	Rhombisch	$0,4919 : 1 : 0,7344$
Freieslebenit (Schilfglaser)		Monosymm.	$0,5872 : 1 : 0,9278 \quad 92^\circ 14'$

Anmerk. Die reine Bleiverbindung  $\text{Sb}^4\text{S}^{11}\text{Pb}^6$  ist neuerdings von Eakins aus Colorado beschrieben worden.

7. Gruppe. (Normale Sulfarsenite von der Formel:  $\text{AsS}^3\text{R}^3$  resp.  $\text{As}^2\text{S}^6\text{R}^3$ , entspr.  $\text{As}^2\text{S}^3 \cdot 3\text{RS.}$ )

Wittichenit	$\text{Bi}^2\text{S}^6(\text{Cu}^2)^3$	Rhombisch	
Boulangerit	$\text{Sb}^2\text{S}^6\text{Pb}^3$	"	
Lillianit	$\text{Bi}^2\text{S}^6\text{Pb}^3$	"	
Bournonit	$\text{Sb}^2\text{S}^6\text{Pb}^3\text{Cu}^2$	"	$0,9379 : 1 : 0,8968$
Nadelierz (Patrinit)	$\text{Bi}^2\text{S}^6\text{Pb}^3\text{Cu}^2$	"	
Stylotyp	$\text{Sb}^2\text{S}^6\text{Fe}(\text{Cu}^2, \text{Ag}^2)^3$	"	
Tapalpit (Tellurwismuthsilber)	$\text{Bi}^2(\text{S}, \text{Te})^6(\text{Ag}^2)^3$	?	

Anmerk. Es ist wahrscheinlich, dass die vorstehenden Mineralien sämmtlich einander isomorph sind; für den Wittichenit wird von Breithaupt ausdrücklich angegeben, dass die Krystalle den Habitus derjenigen des Bournonit besitzen und vom Stylotyp ist die Uebereinstimmung des Prismenwinkels mit dem letzteren ebenfalls erkannt worden. Von den übrigen liegen keine krystallographischen Angaben vor.

Dürfeldtit scheint ein silberhaltiger Boulangerit zu sein, in welchem ungefähr die Hälfte des Blei durch Mn und Fe ersetzt ist, derselbe steht also dem Stylotyp nahe.

Guitermanit wäre, wenn man in dem dichten und unreinen Minerale eine geringe Beimengung von Bleiglanz annimmt, die dem Boulangerit entsprechende Arsenverbindung.

Im Lillianit ist ein Theil des Blei durch Silber vertreten. Das Erz, welches Rammelsberg als Kobellit bezeichnet hat, besitzt die Zusammensetzung  $(\text{Bi}, \text{Sb})^2\text{S}^6\text{Pb}^3$ , unterscheidet sich also davon durch seinen Antimongehalt. Ein neuerdings von Lindström analysirtes Erz ergab eine dem silberfreien Lillianit entsprechende Zusammensetzung.

Proustit (Arsensilberblende, lichter Rothgiltiger)	$\text{AsS}^3\text{Ag}^3$	Rhomboëdr. hemimorph	$1 : 0,8038$
Pyrargyrit (Antimonsilberblende, dunkles Rothgiltiger)	$\text{SbS}^3\text{Ag}^3$	" "	$1 : 0,7892$

Anmerk. Die meisten Pyrargyrite enthalten Arsen und einige Proustit Antimon. Betragen diese isomorphen Beimischungen nur wenige Procente, so bringen sie keine merkliche Veränderung der krystallographischen Elemente hervor. Ist der Procentgehalt dagegen ein beträchtlicher, so liegt gewöhnlich eine erkennbare Verwachsung beider Mineralien mit wirrer Krystallisation vor. Die Feststellung dieser Verhältnisse, sowie der genauen Elemente verdanken wir der neuen Monographie der Rothgiltigerze von H. A. Miers.

Ob die beiden rhomboëdrischen Sulfosalze zu den rhombischen der Bournonit-Reihe im Verhältniss der Dimorphie stehen, ist nicht zu entscheiden, so lange keine rhombische Formen

derselben gefunden sind. Dagegen existirt die Antimonverbindung noch in einer zweiten Form, wie Lüdecke nachgewiesen hat, nämlich als

**Feuerblende**  $\text{SbS}^3\text{Ag}^3$  Monosymmetrisch  $0,3547 : 1 : 0,1782$   $90^\circ 0'$   
(Pyrostilpnit)

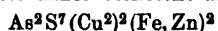
Die Krystallform dieses Minerals zeigt einige Aehnlichkeit mit derjenigen des Rittingerit (siehe S. 33) und noch mehr mit der eines von Streng beschriebenen Minerals von Chanarcillo, in welchem vielleicht die analoge Arsenverbindung vorliegt.

8. Gruppe. (Allgemeine Formel:  $\text{As}^2\text{S}^7\text{R}^4$  entsprechend  $\text{As}^2\text{S}^3.4\text{RS.}$ )

**Fahlerz**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{As}^2\text{S}^7(\text{Cu}^2, \text{Fe}, \text{Zn})^4 \\ \text{Sb}^2\text{S}^7(\text{Cu}^2, \text{Ag}^2, \text{Fe}, \text{Zn})^4 \end{array} \right\}$  Regulär tetraëdr. hem.  
(Tetraëdrit)  
**Quecksilberfahlerz**  $(\text{Sb}, \text{As})^2\text{S}^7(\text{Cu}^2, \text{Hg}^2, \text{Fe}, \text{Zn})^4$  " " "

Anmerk. Die Tetraëdrite haben z. Th. die Zusammensetzung einer der beiden oben durch {} verbundenen Verbindungen, des Arsen und Antimons, z. Th. sind es isomorphe Mischungen beider.

Die lichter **Arsenfahlerze** enthalten kein Silber und kein Quecksilber, die Mehrzahl auch kein Zn. Das Verhältniss von  $\text{Cu}^2 : (\text{Fe}, \text{Zn})$  ist ein zwischen so weiten Grenzen schwankendes, dass dafür keine bestimmte Zahl angenommen werden kann; die eisen- und zinkreichsten geben recht nahe 1:1, man könnte daher vielleicht annehmen, dass dieselben die Verbindung

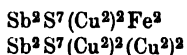


darstellen, welche in den übrigen Varietäten mit der Verbindung



in isomorphen Mischungen auftritt. Die Isomorphie der beiden Sulfide,  $\text{FeS}$  und  $\text{Cu}^2\text{S}$ , welche für sich nicht isomorph sind, würde dann durch die Grösse des Moleküls, in welchem sie einander ersetzen, und den überwiegenden Einfluss der übrigen Bestandtheile desselben auf die Krystallform zu erklären sein. Zum Arsenfahlerz gehören der **Tennantit** und der **Julianit** (in der Websky'schen Analyse des letzteren stimmt das Verhältniss von Arsen zu Schwefel sehr genau, der stattgehabte Verlust scheint also die Metalle betroffen zu haben).

Die dunklen **Antimonfahlerze** enthalten kein Quecksilber, häufig aber eine beträchtliche Menge Silber (**Silberfahlerz**, **dunkles Weissgiltigerz**, **Aphtonit**). Hier liefert fast die Hälfte der Analysen für das Verhältniss  $(\text{Cu}, \text{Ag})^2\text{S} : (\text{Fe}, \text{Zn})\text{S}$  sehr nahe 1:1, die übrigen kleinere Mengen des letzteren, und nur zwei Analysen mehr; von diesen giebt die eine (derbes Fahlerz von Man, Forbes) 5 Proc. mehr Schwefel, als den Metallen entspricht, die andere (auch mit derbem Material angestellt) rührt von Bechi her, dessen Analysen sich bisher als total falsch erwiesen haben. Dadurch gewinnt die oben gemachte Annahme sehr an Wahrscheinlichkeit, dass in der That auch zwei Antimonverbindungen von der Formel (worin  $\text{Cu} = \text{Cu} + \text{Ag}$ ,  $\text{Fe} = \text{Fe} + \text{Zn}$ )



existiren, und dass alle zink- und eisenärmeren Fahlerze isomorphe Mischungen derselben darstellen. Ein Fahlerz von Massa soll  $7\frac{1}{2}$  Proc. Ni enthalten.

Die **Antimonarsenfahlerze** enthalten As und Sb in den verschiedensten Verhältnissen, Silber meist nur in geringer Menge, einige auch ein wenig Wismuth (As und Sb vertretend) und Kobalt (in isomorpher Vertretung von Fe und Zn). Auch die Analysen dieser Abtheilung stehen mit der soeben auseinandergesetzten Annahme im Einklang, denn fast alle liefern weniger  $(\text{Fe}, \text{Zn})\text{S}$  als  $(\text{Cu}, \text{Ag})^2\text{S}$ , während einige ungefähr das Verhältniss 1:1 gegeben haben. Eine Ausnahme bilden nur die Analysen der beiden kobalthaltigen Fahlerze von Saalfeld und Freudenstadt, welche mehr  $(\text{Fe}, \text{Co}, \text{Zn})\text{S}$  geliefert haben, als jenem Verhältniss entspricht; diese Analysen haben indess eine nicht unbeträchtliche Abweichung von der allgemeinen Formel insofern gegeben, als die Menge der Metalle zu gering, d. h. der Gehalt an Antimon und Arsen für jene Formel zu gross gefunden wurde. Es ist deshalb vielleicht die Vermuthung nicht ungerechtfertigt, dass eine geringe Beimengung von Speiskobalt,  $\text{CoAs}^2$ , in sehr feiner Vertheilung, zusammen mit den unvermeidlichen Fehlern einer derartigen Analyse, die Abweichung bewirkt habe.

Die **Quecksilberfahlerze** sind Antimonfahlerze, in denen ein zuweilen recht beträchtlicher Theil des  $\text{Cu}^2\text{S}$  durch  $\text{Hg}^2\text{S}$  ersetzt ist (nicht durch  $\text{HgS}$ , wie gewöhnlich angegeben wird, denn dieses müsste  $\text{CuS}$  vertreten, welches im Fahlerz nicht existirt, sondern nur zuweilen bei dessen Zersetzung sich bildet). Alle Analysen dieser Varietäten, soweit sie brauchbar sind, d. h. bei denen beobachteter und aus den Metallen berechneter Schwefelgehalt genügend übereinstimmen, ergeben weniger  $(\text{Fe}, \text{Zn})\text{S}$  als  $(\text{Cu}, \text{Hg})^2\text{S}$ .

Ein von Rammelsberg analysirtes lichtiges **Weissgiltigerz** ist  $\text{Sb}^3\text{S}^7\text{Pb}^4$  mit  $\text{Sb}^3\text{S}^7(\text{Zn}, \text{Fe})^4$ , ersteres etwas überwiegend.

**Malinowskit** ist ein Silberbleifahlerz mit verhältnissmässig geringem Kupfergehalt.

**Fournetit**, **Rionit** und **Clayit** sind wahrscheinlich Gemenge von Fahlerz mit anderen Mineralien.

Jordanit	$\text{As}^3\text{S}^7\text{Pb}^4$	Rhombisch	$0,5375 : 1 : 2,0308$
Meneghinit	$\text{Sb}^3\text{S}^7\text{Pb}^4$	"	$0,4862 : 1 : 1,8465$

Anmerk. Die früher für monosymmetrisch gehaltene Krystallform des Meneghinit wurde neuerdings von Krenner und Miers als rhombisch erkannt. Da wegen der Analogie der Zusammensetzung Isomorphie mit Jordanit zu erwarten ist, so hat A. Schmidt die oben adoptirte Stellung der Krystalle vorgeschlagen, bei welcher das Axenverhältniss zwar ein ähnliches wird, die Zeichen sich indess weniger einfach gestalten, als bei der von den erstgenannten Autoren gewählten Stellung, und auch die Spaltbarkeit abweicht. Es würde der krystallographischen Untersuchung von Mischungen beider Sulfosalze, falls solche gefunden werden sollten, bedürfen, um die Frage zu entscheiden, ob hier eine eigentliche Isomorphie vorliegt.

#### 9. Gruppe. (Allgemeine Formel: $\text{As}^3\text{S}^8\text{R}^5$ entsprechend $\text{As}^3\text{S}^3.5\text{RS.}$ )

Geokronit	$\text{Sb}^3\text{S}^8\text{Pb}^5$	Rhombisch	$0,58 : 1 : 0,48$ circa
Melanglanz (Stephanit, Sprödglassers)	$\text{Sb}^3\text{S}^8\text{Ag}^{10}$	"	$0,6291 : 1 : 0,6851$

Anmerk. Im Geokronit ist häufig ein Theil des Antimons durch Arsen ersetzt. Obgleich die Krystallform dieses Minerals nur unvollkommen bekannt ist, ist doch anzunehmen, dass sie mit derjenigen des Melanglanzes isomorph sei.

Als wahrscheinlich hierher gehörig zu betrachten ist der **Rittingerit**, welcher Silber, Arsen und Selen enthält, und dessen Silbergehalt (die anderen Bestandtheile sind nicht quantitativ bestimmt) sehr genau mit der Formel  $\text{As}^3\text{S}^8\text{Ag}^{10}$  übereinstimmt. Dafür spricht ferner seine Krystallform, welche derjenigen des Melanglanz (rhombische Tafeln mit einem Winkel von nahe  $60^\circ$ ) recht ähnlich ist; Schrauf fand eine kleine Abweichung vom rhombischen System und gab die monosymmetrischen Elemente  $a : b : c = 0,528 : 1 : 0,529$ ,  $\beta = 90^\circ 34'$ .

#### 10. Gruppe. (Allgemeine Formel: $\text{As}^3\text{S}^9\text{R}^6$ entsprechend $\text{As}^3\text{S}^3.6\text{RS.}$ )

Kilbrickenit	$\text{Sb}^3\text{S}^9\text{Pb}^6$	?
Beegerit	$\text{Bi}^3\text{S}^9\text{Pb}^6$	Regulär

Anmerk. In einer Varietät des letzteren Minerals ist eine beträchtliche Menge Blei durch Silber vertreten.

#### 11. Gruppe. (Allgemeine Formel: $\text{As}^3\text{S}^{12}\text{R}^9$ entsprechend $\text{As}^3\text{S}^3.9\text{RS.}$ )

Polybasit (Eugenglanz)	$(\text{Sb}, \text{As})^3\text{S}^{12}(\text{Ag}, \text{Cu})^{18}$	Rhombisch	$0,5793 : 1 : 0,3675$
---------------------------	--	-----------	-----------------------

#### 12. Gruppe. (Allgemeine Formel: $\text{As}^3\text{S}^{15}\text{R}^{12}$ entsprechend $\text{As}^3\text{S}^3.12\text{RS.}$ )

Polyargyrit	$\text{Sb}^3\text{S}^{15}\text{Ag}^{24}$	Regulär.
-------------	--	----------

## c) Sulfarseniate und Sulfantimoniate.

Salze, welche sich von der Sulfarsensäure resp. Sulfantimonsäure ableiten, existiren in der Natur nur in geringer Zahl. Die Mehrzahl derselben sind neutrale Salze der normalen Sulfarsensäure,  $\text{AsS}^4\text{H}^3$ , welche der normalen Arsensäure,  $\text{AsO}^4\text{H}^3$ , entspricht. Ein hierher gehöriges Mineral jedoch ist ein basisches sulfarsensaures Salz.

1. Gruppe. (Normale Sulfarseniate von der Formel  $\text{AsS}^4\text{R}^3 = \text{As}^2\text{S}^5.3\text{RS.}$ )

<b>Enargit</b>	$\text{AsS}^4\text{Cu}^3$	Rhombisch	$0,8711 : 1 : 0,8233$
<b>Famatinit</b>	$\text{SbS}^4\text{Cu}^3$	"	$0,871 : 1 : 0,823$

Anmerk. Im Enargit ist häufig ein kleiner Theil des Arsens durch Antimon ersetzt, während umgekehrt auch der Famatinit Arsen enthält; die Isomorphie beider Verbindungen ist dadurch festgestellt, dass G. vom Rath an den Famatinitkrystallen genau die Winkel des Enargit fand.

Der **Lusonit** Weisbach's und der **Clarit** Sandberger's haben dieselbe Zusammensetzung, wie der Enargit, unterscheiden sich aber von demselben durch einige physikalische Eigenschaften, besonders durch die Spaltbarkeit; ob sie, wie man annimmt, identisch sind und eine zweite dimorphe Modification des normalen Kupfersulfarseniats darstellen, kann nur durch die Auffindung vollständig messbarer Krystalle beider entschieden werden.

Der **Epiboulangerit** ist die dem Famatinit analoge Bleiverbindung  $\text{Sb}^2\text{S}^8\text{Pb}^3$ , gehört also unzweifelhaft zu dieser Gruppe; da er eine vollkommene pinakoidale Spaltbarkeit besitzt, entspricht seine Krystallform vielleicht derjenigen des Clarit.

<b>Xanthokon</b>	$\text{AsS}^4\text{Ag}^3$	Hexagonal rhomboëdr.	$1 : 2,3163$
------------------	---------------------------	----------------------	--------------

Anmerk. Die normalen Sulfarseniate wiederholen in höchst merkwürdiger Weise die Verhältnisse der normalen Sulfarsenite: während dort [s. b) 7. Gruppe, S. 31] die Kupfer- und Bleisalze rhombisch, das Silbersalz rhomboëdrisch krystallisiren, ist hier ganz das Gleiche der Fall.

2. Gruppe. (Allgemeine Formel:  $\text{As}^2\text{S}^{12}\text{R}^7$  entsprechend  $\text{As}^2\text{S}^5.7\text{RS.}$ )

<b>Epigenit</b>	$\text{As}^2\text{S}^{12}(\text{Cu}^2)^4\text{Fe}^3$	Rhombisch
-----------------	--	-----------

Anmerk. Von diesem, in krystallographischer Beziehung nur unvollständig bekannten Mineral entspricht die einzige vorhandene Analyse recht gut der obigen Formel (die von Rammelsberg aufgestellte allerdings auch, aber letztere nimmt  $\text{CuS}$  neben  $\text{Cu}^2\text{S}$  als Sulfobase an, ist also, wie alle derartig construirten Formeln, aus theoretischen Gründen unmöglich). Sehr viel einfacher und wahrscheinlicher wäre allerdings die Constitution dieses Salzes, wenn man annehmen könnte, dass die Analyse etwas zu viel Kupfer oder zu wenig Eisen und Arsen ergeben hätte, weil alsdann die Formel sich als  $\text{As}^2\text{S}^{11}(\text{Cu}^2)^3\text{Fe}^3 = \text{As}^2\text{S}^5.6\text{RS.}$  also genau als die eines zweifach basischen Salzes ergeben würde. So lange indess keine anderen Analysen vorliegen, muss man bei der obigen Formel stehen bleiben.

## d) Sulfostannate und Sulfogermanate.

1. Gruppe. (Normale Salze der Säure  $\text{SnS}^4\text{H}^4$ .)

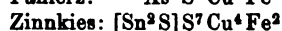
<b>Zinnkies</b> (Stannin)	$\text{SnS}^4\text{Cu}^2\text{Fe}$	Regulär tetr. hem.
------------------------------	------------------------------------	--------------------

Anmerk. Diese, die theoretisch einzig mögliche Formel des Zinnkies entspricht vollkommen genau allen vorliegenden Analysen mit Ausnahme derer von Adger und John-



ston, welche offenbar mit unreinem Material angestellt sind. Eine mechanische Beimengung von fein vertheiltem Kupferkies im Stannin hat Fischer nachgewiesen.

Als Krystallformen des gewöhnlich nur derb vorkommenden Zinnkies werden Hexaëder, Tetraëder und Trigondodekaëder, d. h. Combinationen von der Form des Fahlerz, angegeben. In der That zeigt sich nun eine interessante Beziehung zwischen der obigen Formel und derjenigen, von welcher S. 32 gezeigt wurde, dass sie die Zusammensetzung der eisen- und zinkreichsten Fahlerze darstelle. Diese beiden Formeln lassen sich nämlich folgendermaassen schreiben:

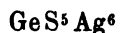


Die sechswerthige Gruppe  $\text{As}^3$  ist demnach in der zweiten Formel durch die ebenfalls sechswerthige Gruppe  $\text{Sn}^3\text{S}$  ersetzt, und da bei complicirteren Sauerstoffsalzen, namentlich bei den Silikaten, eine isomorphe Vertretung derartig verschiedener, aber gleichwerthiger Gruppen mehrfach nachgewiesen ist, so kann man wohl auch Zinnkies und Fahlerz als in gewissem Sinne isomorph betrachten.

Plumbostannit Raimondi's ist vielleicht ein Gemenge der dem Zinnkies analogen Bleiverbindung  $\text{Sn}^4\text{Pb}(\text{Fe}, \text{Zn})$  mit Antimonglanz, vielleicht aber auch eine isomorphe Mischung derselben mit Fahlerz.

## 2. Gruppe. (Basische Salze.)

**Argyrodit**



Monosymmetrisch

circa  $\overset{a}{0,60} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,55}$

$\overset{\beta}{110^\circ}$

### III. Classe.

## Sauerstoffverbindungen der Elemente.

### A. O x y d e.

#### 1. Gruppe.

**Eis** (Wasser)       $\text{H}^2\text{O}$       Hexagonal rhomboëdr.       $\overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,617}$

#### 2. Gruppe.

**Tellurit**       $\text{TeO}^2$       Rhombisch       $0,4596 : \overset{a}{1} : \overset{b}{0,4650}$

Anmerk. Selenige Säure wird ebenfalls als in der Natur vorkommend angegeben, doch ist nicht sicher festgestellt, ob dieselbe die Zusammensetzung des Anhydrids  $\text{SeO}^2$  besitzt.

**Molybdänocker**       $\text{MoO}^3$       (Rhombisch       $0,7744 : \overset{a}{1} : \overset{b}{0,4792}$  n. künstl. Kryst.)

**Wolframocker**       $\text{WO}^3$       (      „       $0,6966 : 1 : 0,4026$  „ „ „ )

Anmerk. Hsemannit ist molybdänsaures Molybdänoxyd, wahrscheinlich  $\text{Mo}^3\text{O}^8$ .

#### 3. Gruppe.

a) Reguläre Reihe:

**Arsenolith**       $\text{As}^2\text{O}^3$       Regulär

**Senarmontit**       $\text{Sb}^2\text{O}^3$       Regulär

β) Rhombische Reihe:

**Antimonblüthe**       $\text{Sb}^2\text{O}^3$       Rhombisch       $0,3914 : \overset{a}{1} : \overset{b}{0,3367}$

(Valentinit, Weiss-  
spießglanzers)

Anmerk. Als Claudetit hat man die zweite, nicht reguläre, Form der Verbindung  $\text{As}^2\text{O}^3$  bezeichnet und auf Grund der Messung künstlicher Krystalle für rhombisch und isomorph mit dem Valentinit gehalten. Neuerdings hat jedoch Des Cloizeaux gezeigt, dass jene Krystalle monosymmetrisch seien, und A. Schmidt für die durch Grubenbrand in Schmöllnitz gebildeten Krystalle dies bestätigt und das folgende Axenverhältniss gefunden:

$$0,4040 : \overset{a}{1} : \overset{b}{0,3445}, 93^\circ 57'.$$

Hiernach ist eine entschiedene Aehnlichkeit der Elemente vorhanden mit denen des Valentinit, und diese erhöht sich noch in den Zwillingen, deren Symmetrie die frühere irrthümliche Bestimmung des Krystallsystems veranlasst hatte. Denkt man sich einen Krystall aus submikroskopischen Zwillinglamellen nach {100} aufgebaut, so hat er die Form eines rhombischen, mit dem Valentinit isomorphen Krystalls, und es bedarf daher weiterer Untersuchung des letzteren Minerals, um festzustellen, ob dessen Krystalle nicht aus monosymmetrischen Lamellen zusammengesetzt sich erweisen.

**Wismuthocker**       $\text{Bi}^2\text{O}^3$       Krystallf.?

Anmerk. Ob das natürliche Wismuthoxyd mit dem Senarmontit oder mit Valentinit isomorph ist, lässt sich nicht feststellen, da es nicht krystallisirt vorkommt. Künstlich hat man rhombische Krystalle der Substanz erhalten.

## 4. Gruppe.

## α) Rhomboëdrische Reihe:

Quarz       $\text{SiO}_2$       Hexagonal trapezoëdr. tetart.       $\overset{a}{1} : \overset{b}{1},0999$

## β) Rhombische Reihe:

Tridymit       $\text{SiO}_2$       Rhombisch       $0,5812 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1},1040$

(Asmanit)

Brookit       $\text{TiO}_2$       „       $0,5941 : 1 : 1,1222$

(Arkanit)

Anmerk. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der meteorische Asmanit mit dem in vulkanischen Gesteinen verbreiteten Tridymit identisch ist. Während indess jener in einfachen rhombischen Krystallen auftritt, erscheint dieselbe Substanz im Tridymit in complicirten Verwachsungen, denen das Gesetz: Zwillingsebene  $\{110\} \propto P$ , zu Grunde liegt, und welche, da der Winkel dieses Prisma (nach der Messung der einfachen Krystalle des sogenannten Asmanit) nur  $20'$  von  $60^\circ$  abweicht, anscheinend sehr regelmässige hexagonale Formen bilden, tafelförmig nach der Basis (auf welcher dementsprechend im polarisirten Lichte die Zusammensetzung aus verschiedenen orientirten Theilen zu erkennen ist) und begrenzt von einem Prisma und einer hexagonalen Pyramide. Im einfachsten Falle der Verwachsung entspricht je eine Fläche des pseudohexagonalen Prisma dem Brachypinakoid  $\{010\} \propto \tilde{P} \propto$  eines Individuums, daher eine Pyramidenfläche dem Brachydoma  $\{011\} \tilde{P} \propto$ . G. vom Rath, welcher die Krystalle für wirklich hexagonal hielt, giebt den Winkel von Prisma zu Pyramide =  $27^\circ 39'$ , während Maskelyne an den einfachen Asmanitkrystallen fand  $\{011\} : \{010\} = 27^\circ 46'$ . Diese Uebereinstimmung, zusammen mit derjenigen des Prismenwinkels, beweist die vollkommene Identität der Grundformen, auf welche beide Ausbildungsweisen zurückzuführen sind. Schuster und von Lasaulx haben nun gezeigt, dass die optischen Eigenschaften des Tridymit Abweichungen von denen des rhombischen Systems zeigen, welche veranlassen könnten, die Krystalle dem asymmetrischen Systeme zuzurechnen. Wegen der complicirten Verwachsung, welche stets im Tridymit vorhanden ist, sind jedoch diese optischen Anomalien wahrscheinlich durch die lamellare Uebereinanderlagerung verschieden orientirter Partien zu erklären, analog wie es Mallard für die optischen Anomalien der Seignettesalze und des Prehnit nachgewiesen hat.

Wie Merian zeigte, werden Tridymittafeln in hoher Temperatur in der Richtung der (pseudohexagonalen) Hauptaxe einfach brechend. Ob diese Erscheinung in einer Umwandlung zu Quarz besteht, ist noch nicht festgestellt.

G. v. Rath's anscheinend regulärer Christobalit ist wohl entweder eine Pseudomorphose oder eine pseudoreguläre Zwillingverwachsung von Tridymit. Ebenso ist Scacchi's Granulin wohl auch identisch mit dem Tridymit, z. Th. in so feiner Vertheilung, dass er erhebliche Mengen condensirten Wassers aufgenommen hat.

Die allgemeine Erfahrung, dass die Krystallformen dimorpher Körper in gewissen Zonen grosse Aehnlichkeit der Winkel zeigen, bewährt sich auch beim Kieselsäureanhydrid, dessen eine Form hexagonal ist, während die andere dem hexagonalen Systeme so nahe steht, dass sie selbst auf Grund sehr sorgfältiger Beobachtungen demselben zugerechnet wurde. Will man die Beziehungen, welche zwischen den Krystallformen des Quarzes und des Tridymits herrschen, auch durch das Axenverhältniss zum Ausdrucke bringen, so muss man, da im hexagonalen System die Nebenaxe (= 1) den stumpfen Winkel des Prismas halbirt, beim Tridymit die Brachydiagonale = 1 setzen oder das nahe  $60^\circ$  messende Prisma desselben als  $\{130\} \propto \tilde{P}3$  betrachten. Die letztere Stellung der Krystalle empfiehlt sich aus einem sogleich zu erwähnenden Grunde noch mehr und ist daher dem oben angegebenen Axenverhältnisse zu Grunde gelegt worden. Dasselbe ist berechnet aus den Messungen Maskelyne's am Asmanit, und zwar so, dass Dessen primäres Brachydoma (von ihm mit  $\{101\}$  bezeichnet), welches mit der Verticalaxe  $27^\circ 46'$  bildet, zum primären Makrodoma  $\{101\} \tilde{P} \propto$ , und, wie schon erwähnt, sein Prisma von  $59^\circ 40'$  zum Brachyprisma  $\{130\} \propto \tilde{P}3$  genommen ist. Es ergibt sich hieraus durch Rechnung der Winkel des nicht beobachteten primären Prismas unserer Stellung  $\propto P = (\bar{1}10) : (\bar{1}\bar{1}0) = 60^\circ 20'$ . Wäre an Maskelyne's Krystallen Dessen Grundpyramide, welche auf unser Axenverhältniss bezogen das Zeichen  $\tilde{P}3 = \{133\}$  erhält, aufgetreten, so würde dieselbe mit dem von ihm

beobachteten Doma {203} (d. i. in unserer Stellung  $\frac{2}{3}\bar{P} \infty = \{203\}$ ) zusammen eine Combination bilden, welche einer hexagonalen Pyramide sehr ähnlich ist; diese Form würde ferner mit den von Maskelyne beobachteten verticalen Flächen ( $\infty \check{P} 3 = \{130\}$  und  $\infty \bar{P} \infty = \{100\}$  unserer Stellung) eine pseudo-hexagonale Combination liefern, welche in ihren Winkeln nur um wenige Minuten von der gewöhnlichsten Form des Quarzes abweicht. Es sind nämlich die Winkel des pseudo-hexagonalen Prisma des Asmanit zweimal  $59^{\circ} 40'$  und viermal  $60^{\circ} 10'$  statt  $60^{\circ}$ , und die Neigung von vier Flächen {133} der pseudo-hexagonalen Pyramide zum Prisma  $= 38^{\circ} 9\frac{1}{2}'$ , der beiden anderen {023}  $= 38^{\circ} 18'$ , während die Pyramidenflächen des Quarzes mit den entsprechenden Prismenflächen  $38^{\circ} 13'$ , genau das Mittel jener Werthe, einschliessen. Es ist dies eine Näherung in den Winkeln der fundamentalen Formen zweier dimorpher Körper, wie sie in dieser Weise kaum bei einer anderen Substanz existiren dürfte. Denken wir uns daher basische Schichten aus Molekülen von Tridymit unter Verdichtung (wegen des höheren specif. Gew.) so übereinander gelagert, wie es die Sohncke'sche Quarztheorie erfordert, so muss das entstehende Gebilde alle krystallographischen und physikalischen Eigenschaften des Quarzes haben.

Wie schon Maskelyne bemerkt hat, zeigt der Asmanit derartige Uebereinstimmung gewisser Winkel mit der rhombischen Form des Titandioxydes, dem Brookit, dass beide als isomorph zu betrachten sind. Es ist aus diesem Grunde für das letztere Mineral hier diejenige Aufstellung gewählt worden, bei welcher die vorherrschende Fläche der tafelförmigen Krystalle zum Brachypinakoid  $\infty \check{P} \infty \{010\}$  genommen ist, das gewöhnliche Prisma also das Zeichen  $\infty \check{P} 2 \{120\}$  enthält. Diejenigen Autoren, welche bisher dieser Stellung den Vorzug gegeben haben, nahmen die meist am Brookit herrschende Pyramide  $\epsilon$  Kokscharow's ( $= \gamma$  Descloizeaux's) zur Grundform; alsdann resultirt ein Axenverhältniss, welches mit dem oben angegebenen übereinstimmt bis auf den Umstand, dass die Verticalaxe des letzteren doppelt so gross ist; es wurde nämlich, um die Isomorphie mit dem Asmanit noch deutlicher hervortreten zu lassen, jener Pyramide das Zeichen  $\frac{1}{2}P \{112\}$  gegeben und die von Kokscharow und Descloizeaux mit  $n$  bezeichnete Pyramide zur primären genommen.

#### Anhang zum Quarz (krystallinische Quarzaggregate).

**Chalcedon** ist ein sehr feinkörniges bis dichtes Quarzaggregat, zuweilen mit einem Gehalt an Opal.

**Carneol** = vor., durch Eisenoxyd roth gefärbt.

**Chrysopras** und **Plasma** sind grüne Chalcedonvarietäten (**Heliotrop** genannt, wenn darin rothe Flecke von Carneol auftreten). Die ebenfalls durch eine Beimengung grün gefärbten, krystallisirten Quarze nennt man **Prasem**.

**Jaspis** werden unreine, braune oder braunrothe Varietäten des Chalcedons genannt.

**Achat** (incl. **Onyx**) sind lagenförmig abwechselnde Gemenge von Chalcedon und Quarz mit verschiedenen Beimengungen.

**Katzenauge** ist krystallinischer Quarz mit eingewachsenen Asbestfasern.

**Aventurin** ebensolcher mit eingewachsenen Glimmerblättchen.

**Tigerauge** ist mit Brauneisenerz gemengter Quarz, pseudomorph nach faserigem Krokydolith.

<b>Anatas</b>	$TiO_2$	Tetragonal	$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} : 1 : 1,7844$
<b>Edisonit</b>	$TiO_2$	Rhombisch	$0,9927 : 1 : 0,9234$

Anmerk. Das Titansäure-Anhydrid tritt, ausser in der rhombischen Form des Brookit, noch in zwei von einander verschiedenen tetragonalen auf, als Anatas und als Rutil. Während von dem letzteren nachzuweisen ist (siehe folgende Anmerkung), dass er wahrscheinlich eine polymere Modification dieser Verbindung ist, liegt beim Anatas kein Grund zu einer bestimmten Vermuthung über die Grösse seines Moleküls vor; es muss daher das letztere Mineral vorläufig dem Brookit als dimorphe Modification angeschlossen werden (Axenverhältniss nach Schrauf). Dasselbe gilt von der neuerdings entdeckten vierten Form des Titandioxydes, dem Edisonit, welcher sich durch seine Spaltbarkeit und andere Eigenschaften vom Brookit unterscheidet und dessen Axenverhältniss dem des Anatas, wenn dessen  $c$  halb so gross genommen wird, sehr nahe steht.

Rutil	Ti Ti O <sup>4</sup>	Tetragonal	$\frac{1}{2} : 0,6440$
Zirkon	Zr Si O <sup>4</sup>	"	1 : 0,6404
Zinnerz (Kassiterit)	Sn Sn O <sup>4</sup>	"	1 : 0,6723
Polianit	Mn Mn O <sup>4</sup>	"	1 : 0,6647

Anmerk. Die vollkommene Isomorphie des Zirkon, dessen Analysen sämmtlich genau 1 Atom Zr auf 1 Atom Si ergeben, mit dem Rutil und Kassiterit beweist, dass die Formeln der letzteren verdoppelt werden müssen. Würde man den Zirkon, wie es wohl auch geschehen ist, als eine isomorphe Mischung von ZrO<sup>2</sup> und SiO<sup>2</sup> betrachten, so wäre es ganz unerklärlich, warum niemals andere Mischungsverhältnisse vorkommen, als nach gleichen Molekülen; ausserdem müsste man alsdann auch für das Siliciumdioxyd eine tetragonale Form annehmen, und es wäre doch sehr unwahrscheinlich, dass diese Form, wenn sie wirklich existirte, bei dem so häufig und unter so mannigfachen Bedingungen entstanden vorkommenden Körper niemals beobachtet worden wäre. Verhält sich aber der Zirkon zum Quarz, resp. Tridymit, wie ein polymerer Körper, so ist die Verschiedenheit ihrer Krystallformen eine selbstverständliche. Die Thatsache, dass Brookit durch Erhitzen das spezifische Gewicht des Rutils annimmt, und dass auch in der Natur eine Umwandlung von Brookit und von Anatas in Rutil stattgefunden hat, spricht nicht gegen die obige Annahme über die Molekulargrösse des letzteren. Mit derselben stehen endlich auch im Einklang die Resultate der schönen Versuche von Michel-Lévy und Bourgeois, nach welchen ZrSiO<sup>4</sup> und SnSnO<sup>4</sup> durch Schmelzen mit Natriumcarbonat zerfallen in ZrO<sup>2</sup> resp. SnO<sup>2</sup>, welche in den Formen des Tridymit krystallisiren, und in SiO<sup>2</sup> resp. SnO<sup>2</sup>, welche sich mit Na verbinden.

Malakon ist nichts Anderes, als ein unreiner und durch Zersetzung wasserhaltig gewordener Zirkon. Das Gleiche dürfte für den Oerstedtit (titanhaltig, daher vielleicht ursprünglich eine isomorphe Mischung von Zirkon und Rutil), den Tachyaphalit und den Cyrtolith (Anderbergit) gelten. Die tetragonalen Krystalle des letzteren sind optisch isotrop, also unzweifelhaft Pseudomorphosen.

Mit dem Namen Auerbachit hat man einen Zirkon belegt, welcher auf zwei Moleküle ZrO<sup>2</sup> drei Moleküle SiO<sup>2</sup> enthalten soll (die betr. Analyse bedarf noch der Bestätigung).

Thorit und Orangit sind wahrscheinlich unreine und wasserhaltige Zersetzungsprodukte eines Minerals, dessen ursprüngliche Zusammensetzung durch die Formel ThSiO<sup>4</sup>, analog der des Zirkon, gegeben ist. Dafür spricht die von Zschau beobachtete Isomorphie mit dem Zirkon. Die Krystallform des letzteren besitzt auch der Auerlith, welcher ausser ThO<sup>2</sup> und SiO<sup>2</sup> und H<sup>2</sup>O noch Phosphorsäure enthält und zweifelsohne ebenfalls eine Pseudomorphose nach der bisher in unzersetztem Zustande noch nicht aufgefundenen Verbindung ThSiO<sup>4</sup> ist. Der Uranothorit (mit ca. 10 Proc. UO<sup>2</sup>) ist eine so gemengte und wahrscheinlich auch zersetzte Substanz, dass eine Formel für dieselbe nicht aufgestellt werden kann; das ursprüngliche Mineral ist wahrscheinlich die dem unzersetzten Thorit entsprechende Verbindung, in welcher ein Theil von ThO<sup>2</sup> durch UO<sup>2</sup> vertreten wird. Amorphe Umwandlungsprodukte des Thorit sind nach Brögger ferner der Calciorthorit (ungef. 5 ThSiO<sup>4</sup>.2SiO<sup>4</sup>.Ca.10H<sup>2</sup>O), der Eukrasit und der Freyalith.

Dass endlich auch das Mangandioxyd in die obige isomorphe Gruppe gehört, ist neuerdings von E. S. Dana nachgewiesen worden. Damit steht sein chemisches Verhalten insofern im Einklange, als dasselbe, wie die übrigen Glieder der Gruppe, das Anhydrid einer Säure, derjenigen der Manganite (s. V. Classe, D.) ist.

Der Pyrolusit oder das Weichmanganerz (Braunstein) ist grossentheils aus Manganit hervorgegangen, daher er stets noch 1 bis 2 Proc. Wasser enthält und ein lockeres Aggregat darstellt, dessen Härte also nur scheinbar so sehr von der des ursprünglichen Polianit abweicht. Ein Zwischenstadium dieser Umwandlung stellt der sogenannte Varvicit dar.

## 5. Gruppe. (Monoxyde zweierwerthiger Metalle.)

a) Reguläre Reihe:

Periklas	MgO	Regulär.
Manganosit	MnO	"
Bunsenit	NiO	"

Anmerk. Diese drei Oxyde sind unzweifelhaft isomorph; ihnen würde sich das Eisenoxydul anschliessen, welches, jedoch nur in geringer Menge, als isomorphe Beimischung im Periklas und Manganosit vorkommt, ausserdem das  $\text{CaO}$ , welches als vulkanisches Umwandlungsprodukt des Kalksteins am Vesuv sich findet (A. Scacchi).

β) Hexagonale Reihe:

Rothzinkerz (Zinkit)	$(\text{Zn}, \text{Mn})\text{O}$	Hexagonal hemimorph	$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = 1 : 1,6219$
-------------------------	----------------------------------	---------------------	--

Anmerk. Wie schon Dana angiebt und wie es H. Fischer auf mikroskopischem Wege nachgewiesen hat, ist auch der von Einlagerungen freie Zinkit roth gefärbt; die Färbung rührt also jedenfalls von dem Mangangehalte her.

Da Zink und Magnesium in allen ihren Verbindungen einander isomorph vertreten und auch die Metalle selbst isomorph sind, so wären auch für die Oxyde übereinstimmende Krystallformen zu erwarten. Die Existenz des  $\text{MnO}$  in isomorpher Mischung im Rothzinkerz beweist die Dimorphie desselben, wie diejenige der ganzen Gruppe, welche bemerkenswerthe Analogien mit derjenigen der analog zusammengesetzten Sulfide  $\text{ZnS}$ ,  $\text{NiS}$  u. s. w. (S. 17) zeigt. Während in beiden Gruppen die eine Form regulär ist, bildet die zweite hemimorphe hexagonale (rhomboëdrische?) Krystalle, deren Axenverhältniss in ungezwungener Weise auf einander zurückgeführt werden kann, da die Pyramide  $\{20\bar{1}\} 2P$  des Wurtzit dieselben Winkel besitzt, wie die primäre Pyramide des Zinkoxydes.

Das Berylliumoxyd  $\text{BeO}$  ist nach künstlichen Krystallen mit  $\text{ZnO}$  isomorph, also der hexagonalen Reihe angehörig.

6. Gruppe.

Korund	$\text{Al}^2\text{O}^3$	Hexagonal rhomboëdr.	$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = 1 : 1,364$
Eisenglanz (Hämatit, Rotheisenerz)	$\text{Fe}^2\text{O}^3$	" "	1 : 1,359
Titaneisen (Ilmenit)	$(\text{Fe}, \text{Ti})^2\text{O}^3$	" " (tetart.)	1 : 1,385

Anmerk. Friedel und Guerin haben das Titanoxyd,  $\text{Ti}^2\text{O}^3$ , künstlich in Krystallen dargestellt und gezeigt, dass dasselbe hexagonal rhomboëdrisch mit dem Axenverhältniss  $a:c = 1:1,316$ , also vollkommen isomorph mit dem Eisenoxyd sei. Da indessen die Grösse der Hauptaxe  $c$  des Titaneisens nicht zwischen den entsprechenden Werthen für Eisenoxyd und Titanoxyd liegt, betrachten sie das erstere nicht als eine isomorphe Mischung der beiden letzteren, sondern nehmen als dritten, mit Eisenoxyd und Titanoxyd isomorphen Körper das titansaure Eisenoxydul an, welches den Hauptbestandtheil des Ilmenit bilden und in den titanärmeren Varietäten dieses Minerals mit Eisenoxyd, in den titanreicheren mit Titanoxyd isomorphe Mischungen eingehen solle. Die Isomorphie der drei genannten Verbindungen wird durch folgende Formeln dargestellt:

Eisenoxyd	$\text{FeFeO}^3$ ,
Titansaures Eisenoxydul	$\text{FeTiO}^3$ ,
Titanoxyd	$\text{TiTiO}^3$ .

Diese Annahme würde allerdings erklären, dass magnesiumhaltige Ilmenite vorkommen, indem alsdann bei diesen in der zweiten Verbindung eine isomorphe Ersetzung des Eisenoxydul durch Magnesia stattfindet. In Betreff der letzteren ist jedoch zu bemerken, dass die kleinen Mengen  $\text{MgO}$ , welche bei verschiedenen, meist derben Titaneisenerzen durch die Analyse gefunden worden sind, sehr wohl durch eine mechanische Beimengung des selbst im isolirten Zustande kaum von jenen zu unterscheidenden „titanhaltigen Magneteisenerzes“ (s. VII. Classe, 1. Gruppe) zu erklären sind. Das einzige Titaneisenerz, welches eine erhebliche Menge Magnesia enthält, das von Layton's Farm, New-York, hat nach Rammelsberg's Analyse die Formel  $\text{TiO}^3\text{Fe} + \text{TiO}^3\text{Mg}$ ; so lange jedoch dessen Isomorphie mit den unzweifelhaft hexagonalen und krystallographisch mit Eisenglanz übereinstimmenden übrigen Ilmeniten nicht durch Messungen der Krystalle nachgewiesen ist, muss seine Zugehörigkeit zu dieser Gruppe bezweifelt werden. Cathrein hat es wahrscheinlich gemacht, dass aus Rutil entstandene Titaneisenerze von unbekannter Krystallform wirklich aus titansaurem Eisenoxydul bestehen; diese gehören dann ebenso wenig hierher, wie

der titanhaltige Magnetit. Dazu kommt, dass man, um die Isomorphie des titansauren Eisenoxyduls mit Eisenoxyd als Consequenz ihrer analogen chemischen Constitution zu erklären, annehmen müsste, dass letzteres das Eisenoxydulsalz einer hypothetischen, mit der Titansäure übereinstimmend zusammengesetzten Säure des Eisens wäre, was chemisch wohl nicht zu rechtfertigen ist. Der wichtigste Einwand gegen die obige Folgerung Friedel's und Guerin's ist jedoch der, dass die Voraussetzung derselben, das Axenverhältniss einer isomorphen Mischung müsse zwischen den Axenverhältnissen ihrer Componenten liegen, durch zahlreiche Beobachtungen an Mischungen verschiedener isomorpher Körper sich als unrichtig erwiesen hat, dass somit von dieser Seite einer Auffassung des Ilmenit als isomorpher Mischung von  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  und  $\text{Ti}^2\text{O}^3$  Nichts im Wege steht. Endlich hat man gegen dieselbe geltend gemacht, dass die Analysen, bei denen eine getrennte Bestimmung von  $\text{FeO}$  und  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  stattgefunden hat, fast alle gleiche Moleküle Eisenoxydul und Titansäure liefern, also darin  $\text{FeTiO}^3$  anzunehmen sei, zu welchem das Eisenoxyd als isomorphe Beimischung hinzutrete. Die angeführte Thatsache beweist aber gar Nichts, denn das Molekularverhältniss 1:1 für  $\text{FeO}$  und  $\text{TiO}^2$  muss auch resultiren, wenn das analysirte Mineral nur aus  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  und  $\text{Ti}^2\text{O}^3$  besteht, weil ein Molekül Titanoxyd bei dem Auflösen der Substanz dem Eisenoxyd ein Atom Sauerstoff entziehen muss und demnach aus  $\text{Fe}^2\text{O}^3 + \text{Ti}^2\text{O}^3$  entstehen  $2\text{FeO} + 2\text{TiO}^2$ . Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so folgt daraus, dass, nachdem der Beweis der Isomorphie des Titanoxydes mit dem Eisenoxyd erbracht ist, kein Grund vorliegt, von der alten Ansicht H. Rose's abzugehen, nach welcher das rhomboëdrisch krystallisirte Titaneisenerz eine isomorphe Mischung jener beiden Oxyde ist.

Hydroilmenit hat man ein Zersetzungsproduct des Titaneisenerzes genannt.

In neuerer Zeit hat M. Schuster, allerdings auf Grund der Messung sehr unvollkommener Krystalle, die Ansicht ausgesprochen, dass der Braunit, dessen empirische Zusammensetzung der Formel  $\text{Mn}^2\text{O}^3$  entspricht, rhomboëdrisch und isomorph mit Eisenglanz sei. Die Möglichkeit der Existenz eines solchen Manganoxydes ist allerdings nicht in Abrede zu stellen, der Braunit ist jedoch nach den Messungen gut ausgebildeter Krystalle unzweifelhaft von anderer Form und muss als ein Salz betrachtet werden, in welchem nicht, wie im Eisenoxyd, zwei dreiwertige Metallatome, sondern ein vier- und ein zweiwertiges Mn-Atom vorkommen sind.

## 7. Gruppe.

**Rothkupfererz**  
(Cuprit, Kupferoxydul)

$\text{Cu}^2\text{O}$  Regulär plag. hem.

**Kupferoxyd**  
(Tenorit, Malaconit)

$\text{CuO}$  Monosymmetrisch (?)  $1,4902 : 1 : 1,3604 \quad 99^\circ 32'$

Anmerk. Ziegelerz ist ein erdiges Gemenge von Cuprit und Brauneisenerz, Kupferpecherz ein ähnliches Gemenge, Kieselsäure enthaltend; endlich ist Raymondi's Cuprocalcit wahrscheinlich ein unreines Gemenge von Rothkupfererz mit Kalkspath.

Die angegebenen Elemente des Kupferoxyds beziehen sich auf die Messungen Maskeylyne's am Malaconit, welchen Derselbe als monosymmetrisch betrachtete. Später wies Kalkowsky nach, dass der vesuvische Tenorit sich auf jene Form zurückführen lasse, dass aber seine optischen Eigenschaften dafür sprächen, die Krystallform dieser Substanz als asymmetrisch, mit grosser Näherung an eine monosymmetrische, aufzufassen.

**Bleioxyd**  $\text{PbO}$  (Rhombisch nach künstlichen Krystallen).

Anmerk. Die krystallisirte Bleiglätte (Hüttenproduct) soll dem rhombischen System angehören, doch finden sich ältere Angaben, wonach auch eine reguläre Form des Bleioxyds existirt. An und für sich wäre eine Isomorphie mit  $\text{Cu}^2\text{O}$  am ehesten zu erwarten.

**Mennige**  $\text{Pb}^2\text{O}^4$  Krystallform?  
**Schwerbleierz**  $\text{PbO}^2$  Hexagonal

*Plattenerz*

Anmerk. Das Bleisuperoxyd  $\text{PbO}^2$  ist das Anhydrid der Säure  $\text{Pb}[\text{OH}]^4$ , als deren Bleisalz man die Mennige  $\text{PbO}^4\text{Pb}^2$  betrachten kann.

## B. H y d r o x y d e.

### 1. Gruppe.

**Opal**  $\text{SiO}_2[\text{H}_2\text{O}]^x$  **Amorph.**  
(Hyalit)

Anmerk. Der Wassergehalt der verschiedenen Opalvarietäten ist ein so wechselnder, dass eine bestimmte Formel für das Mineral nicht gegeben werden kann; es entspricht dieses Verhältniss der Thatsache, dass die verschiedenen Hydroxyde des Silicium, wie  $\text{SiO}^3\text{H}^2$  u. s. w., von denen wohl meistens mehrere gemengt im Opal sich finden, das Wasser äusserst lose gebunden enthalten. Ausserdem hat bei gewissen Opalen eine theilweise Umwandlung in Kieselsäure-Anhydrid (bei den weissen Milchopalen in Tridymit) stattgefunden, und in manchen im Achat vorkommenden Varietäten ist ursprünglich Quarz neben Opal gebildet worden, oft so überwiegend, dass man diese besser zum dichten Quarz stellt.

**Alumocalcit** ist ein unreiner Opal.

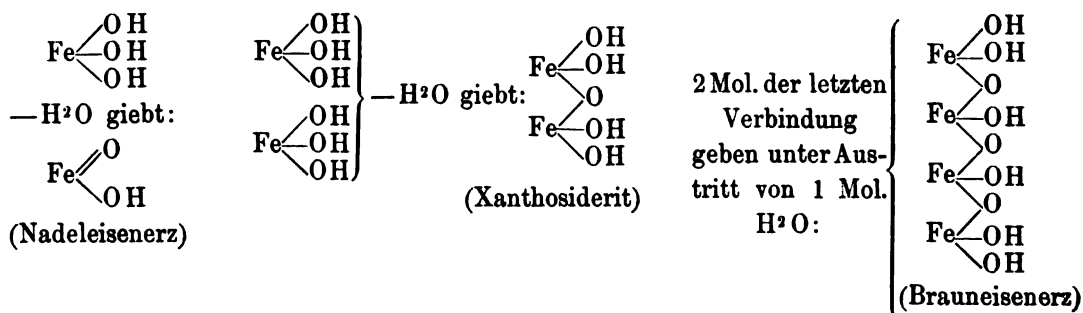
**Melanophlogit** ist ein in pseudoregulären Krystallen (wahrscheinlich Pseudomorphosen) vorkommendes und aus wasserhaltiger Kieselsäure mit 5 Proc. Schwefelsäure und einer beigemengten Kohlenstoffverbindung bestehendes Mineral; eine ähnlich zusammengesetzte Substanz hat man **Sulfuricinit** genannt.

**Kieselguhr**, **Diatomit**, **Infusorienerde**, **Tripel**, **Randanit** u. a. bestehen im Wesentlichen aus Siliciumhydroxyden in Form lockerer erdiger Aggregate.

**Forcherit** ist ein mit Schwefelarsen gemengter Opal.

### 2. Gruppe.

Diese umfasst die Hydroxyde der dreiwertigen Elemente Bor, Aluminium, Eisen und Mangan. Die normalen Hydroxyde von der Formel  $\text{R}[\text{OH}]^3$  sind als Mineralien nur für Bor und Aluminium bekannt; alle übrigen Verbindungen dieser Gruppe leiten sich von der vorerwähnten durch Austritt von Wasser aus einem oder mehreren Molekülen in folgender Weise ab (als Beispiel sind hier die Hydroxyde des Eisens gewählt, weil diese am vollständigsten bekannt sind und ihre Bildung aus  $\text{Fe}[\text{OH}]^3$  sich durch künstliche Darstellung nachweisen lässt):



<b>Borsäure</b> (Sassolin)	$\text{B}[\text{OH}]^3$	Asym.	1,7329 : 1 : 0,9228	92° 30'	104° 25'	89° 49'
<b>Hydrargillit</b>	$\text{Al}[\text{OH}]^3$	Monos.	1,7089 : 1 : 1,9184		94° 31'	

Anmerk. Den nahen Beziehungen der Elemente Bor und Aluminium entsprechend, zeigen die beiden vorstehenden Substanzen eine auffallende Aehnlichkeit ihres krystallographischen Habitus, ihrer Spaltbarkeit u. s. w. Um diese auch im Axenverhältniss zum Ausdruck zu bringen, sind die Krystalle des Sassolin (für welche die Messungen von Haushofer zu Grunde gelegt sind) hier so gestellt worden, dass a die Makrodiagonale ist. Hydrargillit (Axenverhältniss nach Brögger) hat eine ungefähr doppelt so grosse Axe c.



<b>Diaspor</b>	$\text{AlO} \cdot \text{OH}$	Rhombisch	$0,9372 : 1 : 0,6038$
<b>Manganit</b>	$\text{MnO} \cdot \text{OH}$	"	$0,8439 : 1 : 0,5447$
<b>Nadeleisenerz</b> (Göthit, Lepidokrokit)	$\text{FeO} \cdot \text{OH}$	"	$0,9163 : 1 : 0,6008$

Anmerk. Trotz der verhältnissmässig grossen Differenzen der krystallographischen Elemente dieser drei Verbindungen muss man dieselben als isomorph betrachten, denn es ist nicht nur ihre Zusammensetzung, sondern auch die Ausbildung ihrer Krystalle, deren Spaltbarkeit u. s. w. eine ganz analoge.

Der in dünnen Nadeln krystallisirte Neukirchit ist vielleicht eine isomorphe Mischung von Manganit und Göthit.

<b>Beauxit</b>	$\text{Al}^2\text{O} [\text{OH}]^4$	Krystallform?
<b>Xanthosiderit</b> (Gelbeisenstein)	$\text{Fe}^2\text{O} [\text{OH}]^4$	"
<b>Winklerit</b>	$(\text{Co}, \text{Ni})^2\text{O} [\text{OH}]^4$	"

Anmerk. Im Beauxit ist stets etwas Al durch Fe vertreten, also Xanthosiderit in isomorpher Beimischung vorhanden; manche Varietäten ferner sind mechanische Gemenge mit Thon, daher kieselensäurehaltig, zuweilen hat man sogar Eisenoxyd enthaltende Thone mit diesem Namen bezeichnet.

Das Winklerit findet sich nur im Gemenge mit grossen Mengen fremder Substanzen (Olivinit u. a.).

<b>Brauneisenerz</b> (Limonit)	$\text{Fe}^4\text{O}^3 [\text{OH}]^6$	Krystallform?
-----------------------------------	---------------------------------------	---------------

Anmerk. **Hydrohämätit**, für welchen die Formel  $\text{Fe}^4\text{O}^5 [\text{OH}]^2$  angegeben wird, ist wahrscheinlich nur ein Zwischenstadium der Umwandlung von Limonit in Rotheisenerz.

**Stilpnosiderit** ist dichtes Brauneisenerz oder Göthit.

**Crucellith (Crucit)** ist Brauneisenerz, pseudomorph nach Arsenkies.

**Heubachit** ist ein Hydroxyd, dessen Analyse auf die Formel  $\text{R}^6\text{O}^5 [\text{OH}]^8$  führt, in welcher  $\text{R} = \text{Co}, \text{Ni}, \text{Fe}, \text{Mn}$ . Es erscheint nicht unmöglich, dass man es hier mit einem mechanischen Gemenge zu thun habe.

**Heterogenit** ist ebenfalls im Wesentlichen Kobalthydroxyd.

**Hydrocuprit** soll die Zusammensetzung  $\text{Cu} [\text{OH}]$  besitzen.

### 3. Gruppe. (Hydroxyde zweiwerthiger Metalle.)

<b>Brucit</b>	$\text{Mg} [\text{OH}]^2$	Hexagonal rhomboëdrisch	$1 : 1,5208$
<b>Manganbrucit</b>	$(\text{Mg}, \text{Mn}) [\text{OH}]^2$	"	"
<b>Eisenbrucit</b>	$(\text{Mg}, \text{Fe}) [\text{OH}]^2$	"	"
<b>Pyrochroit</b>	$\text{Mn} [\text{OH}]^2$	"	$1 : 1,4002$

Anmerk. Manganbrucit ist wohl als eine Mischung der beiden unzweifelhaft isomorphen Mineralien Brucit und Pyrochroit zu betrachten; in letzterem ist übrigens ein kleiner Theil des Mn durch Mg ersetzt. Analog wäre dann der Eisenbrucit eine isomorphe Mischung, welche die für sich unbekannte Verbindung  $\text{Fe} [\text{OH}]^2$  enthielte.

**Pencatit** und **Predazit** sind Gemenge von Brucit mit Kalkstein.

### 4. Gruppe. (Verbindungen mehrerer Hydroxyde.)

<b>Hydrotalcit</b> (Völknerit)	$\text{Al} [\text{OH}]^3 \cdot 3 \text{Mg} [\text{OH}]^2 \cdot 3 \text{H}^2\text{O}$	Hexagonal
<b>Pyroaurit</b>	$\text{Fe} [\text{OH}]^3 \cdot 3 \text{Mg} [\text{OH}]^2 \cdot 3 \text{H}^2\text{O}$	"

Anmerk. Diese beiden Mineralien, welche wohl ohne Zweifel isomorph sind, können gewissermaassen als salzartige Verbindungen betrachtet werden, welche sich von der, stärkeren Basen gegenüber als Säure fungirenden Verbindung  $\text{Al} [\text{OH}]^3$  dadurch ableiten, dass die drei

H-Atome durch die drei einwerthigen Gruppen Mg [OH] ersetzt sind. Alsdann wären 6 Mol. Krystallwasser vorhanden, und diese Substanzen gehörten zur Classe der Aluminate, ebenso wie das folgende Mineral, der

**Namaqualit**, welcher nach Church's Analyse nahezu der Formel  $\text{Al}[\text{OH}]^3 \cdot 2 \text{Cu}[\text{OH}]^2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  entspricht.

## C. O x y s u l f i d e.

### 1. Gruppe.

**Rothspießsglanzerz**

$\text{Sb}_2\text{S}_3\text{O}$

Monosymmetrisch

$\bar{1} : 0,675 \quad 102^\circ 9'$

(Antimonblende, Pyrostibit)

Anmerk. Hermann's **Karelinit**, nach ihm  $\text{Bi}_4\text{SO}_3$ , ist schwerlich frei von metallischem Wismuth gewesen.

### 2. Gruppe.

**Voltzit**

$\text{Zn}_5\text{S}_4\text{O}$

Hexagonal

Anmerk. Es ist nicht sicher, ob der V. nicht als ein sehr inniges Gemenge von Wurtzit und Zinkoxyd zu betrachten ist. Unter dem Mikroskop zeigen die sphärolithischen Aggregate optische Einaxigkeit und Spaltungsrichtungen, welche  $60^\circ$  mit einander einschliessen.

## IV. Classe.

### Haloidsalze.

#### A. Einfache Chloride, Jodide, Bromide und Fluoride.

##### 1. Gruppe.

###### α) Reguläre Reihe:

<b>Sylvin</b> (Chlorkalium)	K Cl	Regulär
<b>Salmiak</b> (Chlorammonium)	NH <sup>+</sup> Cl	"
<b>Steinsalz</b> (Chlornatrium, Halit)	Na Cl oder (Na, K) Cl	" "
<b>Huantajayit</b>	(Na, Ag) Cl	"
<b>Chlorsilber</b> (Kerargyrit)	Ag Cl	"
<b>Embolit</b> (Chlorbromsilber)	Ag (Cl, Br)	"
<b>Bromsilber</b> (Bromargyrit)	Ag Br	"
<b>Jodobromit</b> (Jodbromchlorsilber)	Ag (Cl, Br, J)	"

Anmerk. Für die Haloidsalze des Ammonium hat O. Lehmann (Zeitschr. f. Kryst. 10, 321) nachgewiesen, dass dieselben zwei reguläre, in ihrer Krystallstruktur von einander abweichende Modificationen besitzen, und ist daher das Gleiche auch für die entsprechenden Salze des Kaliums, Natriums u. s. w. wahrscheinlich. Eine dieser Formen gehört der plagiëdrischen Hemiëdrie an, wie an künstlichen Salmiakkrystallen von Tschermak erkannt worden ist.

Jodammonium und Bromammonium finden sich in geringer Menge im Salmiak von St. Etienne. Die Thatsache, dass im Jodobromit AgJ in isomorpher Mischung erscheint, beweist die ebenfalls reguläre Form des Jodsilbers, welches jedoch einer weiteren Dimorphie unterliegt, denn im reinen Zustande ist es, sowohl das in der Natur vorkommende als das künstlich dargestellte, hexagonal.

###### β) Hexagonale (rhomboëdrische?) Reihe:

<b>Jodsilber</b> (Jodyrit)	AgJ	Hexagonal (hemimorph)	$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = 0,8196$ (nach künstl. Krystallen)
-------------------------------	-----	-----------------------	--

## 2. Gruppe.

<b>Chlorocalcit</b> (Chlorocalcium)	$\text{Ca Cl}^2$	Regulär holoëdrisch
<b>Fluorit</b> (Flussspath)	$\text{Ca F}^2$	" "

Anmerk. Das am Vesuv von Scacchi entdeckte wasserfreie Chlorcalcium, in schönen Hexaëdern krystallisirend, ist unzweifelhaft mit dem Flussspath isomorph.

Chloromagnesit nannte Scacchi das nur im Gemenge mit anderen Chloriden am Vesuv vorkommende Magnesiumchlorid.

<b>Sellaït</b>	$\text{Mg F}^2$	Tetragonal	$\frac{a}{1} : \frac{b}{0,596} : \frac{c}{0}$
<b>Scacchit</b>	$\text{Mn Cl}^2$	?	
<b>Eisenchlorür</b>	$\text{Fe Cl}^2$	?	

Anmerk. Das Eisenchlorür wird von L. Smith als im Meteoreisen von Tazewell enthalten angegeben.

## 3. Gruppe.

<b>Molysit</b>	$\text{Fe Cl}^2$	Hexagonal	
<b>Tysonit</b>	$(\text{Ce, La, Di}) \text{F}^2$	"	$\frac{a}{1} : \frac{b}{0,6868} : \frac{c}{0}$

Anmerk. Das Eisenchlorid hat nach Nordenskiöld's Messungen künstlicher Krystalle das Axenverhältniss  $a : c = 1 : 1,235$ , also Axe c zwei mal so gross, als beim Tysonit, daher beide wohl als isomorph zu betrachten sind.

Aluminiumchlorid findet sich am Vesuv als Beimengung des Eisenchlorid.

## 4. Gruppe.

<b>Nantockit</b> (Kupferchlorür)	$\text{Cu}^2 \text{Cl}^2$	Regulär (tetraëdr. hem. n. künstl. Kryst.)	
<b>Quecksilberhornerz</b> (Kalomel)	$\text{Hg}^2 \text{Cl}^2$	Tetragonal	$\frac{a}{1} : \frac{b}{1,7229} : \frac{c}{0}$

Anmerk. Es muss als auffallend bezeichnet werden, dass diese beiden so nahe verwandten Chlorüre nicht in ihrer Krystallform übereinstimmen. Bisher ist indess ein Nachweis ihrer Dimorphie noch nicht gegeben.

Coccinit soll eine Jodverbindung des Quecksilbers sein.

<b>Cotunnit</b>	$\text{Pb Cl}^2$	Rhombisch	$0,5937 : \frac{a}{1} : \frac{b}{1,1904} : \frac{c}{0}$
-----------------	------------------	-----------	---

## 5. Gruppe. (Wasserhaltige Chloride zweiwerthiger Metalle.)

<b>Bischofit</b>	$\text{Mg Cl}^2 \cdot 6 \text{H}^2 \text{O}$		
------------------	--	--	--

Anmerk. Dieses höchst zerfliessliche Salz entspricht in seiner Zusammensetzung genau dem krystallisirten Hydrat des Chlorcalcium und krystallisirt deshalb wahrscheinlich, wie dieses, hexagonal.

Erioohalit und Melanothallit sind Hydrate des Kupferchlorürs, letzterer wahrscheinlich ein basisches Salz (Oxychlorür).

## 6. Gruppe. (Wasserhaltige Fluoride dreiwerthiger Metalle.)

<b>Fluellit</b>	$\text{Al F}^3 \cdot \text{H}^2 \text{O}$	Rhombisch	$0,770 : \frac{a}{1} : \frac{b}{1} : \frac{c}{1,874}$
-----------------	---	-----------	---

## B. Doppel- Chloride und -Fluoride.

## 1. Gruppe. (Wasserfreie Doppelchloride.)

<b>Pseudocotunnit</b>	$\text{Pb Cl}^2 \cdot 2 \text{K Cl}$	Krystallsyst. ?
-----------------------	--------------------------------------	-----------------

## 2. Gruppe. (Wasserhaltige Doppelchloride.)

<b>Carnallit</b>	$\text{MgCl}^2 \cdot \text{KCl} \cdot 6 \text{H}^2\text{O}$	Rhombisch	$0,5968 : 1 : 1,3891$
<b>Douglasit</b>	$\text{FeCl}^2 \cdot 2 \text{KCl} \cdot 2 \text{H}^2\text{O}$	?	
<b>Tachyhydrit</b>	$2 \text{MgCl}^2 \cdot \text{CaCl}^2 \cdot 12 \text{H}^2\text{O}$	Hexagonal rhomboëdr.	$1 : 1,900$
<b>Erythrosiderit</b>	$\text{FeCl}^3 \cdot 2 \text{KCl} \cdot \text{H}^2\text{O}$	?	
<b>Kremersit</b>	$\text{FeCl}^3 \cdot 2 (\text{K, Am}) \text{Cl} \cdot \text{H}^2\text{O}$	?	

Anmerk. Der Erythrosiderit ist das auch künstlich leicht herzustellende Doppelsalz von Chlorkalium und Eisenchlorid; für den Kremersit, welcher in zerfliesslichen Oktaëdern am Vesuv beobachtet wurde, giebt man die Formel an:  $2 \text{FeCl}^3 \cdot 2 \text{AmCl} \cdot 2 \text{KCl} \cdot 3 \text{H}^2\text{O}$ , dies ist diejenige des vorigen Salzes, in welchem ungefähr die Hälfte des Kalium durch Ammonium isomorph ersetzt ist, und ausserdem ein Plus von Wasser enthaltend; letzteres gehört wahrscheinlich der Substanz als solcher nicht an, daher oben die Formel analog derjenigen des reinen Kaliumsalzes angenommen ist.

## 3. Gruppe. (Wasserfreie Doppelfluoride drei- und ein- resp. zweiwerthiger Elemente.)

<b>Kryolith</b>	$\text{AlF}^3 \cdot 3 \text{NaF}$	Monosymmetrisch	$0,9662 : 1 : 1,3882 \quad 90^\circ 11'$
<b>Chiolith</b>	$3 \text{AlF}^3 \cdot 5 \text{NaF}$	Tetragonal	$1 : 1,0418$
<b>Prosopit</b>	$2 \text{Al}(\text{F, OH})^3 \cdot \text{Ca}(\text{F, OH})^2$	Monosymmetr.	$1,318 : 1 : 0,5912 \quad 93^\circ 52'$

Anmerk. Die früher von dem Chiolith unterschiedenen Mineralien **Chodnewit**, **Nipholith** und **Arksutit** haben sich neuerdings als mehr oder weniger durch Beimengungen verunreinigte Varietäten des Chiolith erwiesen.

In dem Prosopit ist fast die Hälfte des Fluors durch Hydroxyl vertreten, eine Erscheinung, welche durch die Isomorphie gewisser Fluorverbindungen mit den entsprechenden Hydroxylverbindungen (s. z. B. unter Phosphate B., 3. Gruppe) ihre Erklärung findet. Dass der Wassergehalt nicht als Krystallwasser in der Verbindung vorhanden ist, beweist deren Verhalten beim Erhitzen.

## 4. Gruppe. (Wasserhaltige Doppelfluoride drei- und ein- resp. zweiwerthiger Elemente.)

<b>Pachnolith</b>	$\left\{ \text{AlF}^3 \cdot \text{NaCaF}^3 \cdot \text{H}^2\text{O} \right\}$	Monosymmetrisch	$1,1626 : 1 : 1,5320 \quad 90^\circ 20'$
<b>Thomsenolith</b>		"	$0,9973 : 1 : 1,0333 \quad 93^\circ 12'$

Anmerk. Wie W. Cross und Hillebrand gezeigt haben, besitzen obige Mineralien die gleiche chemische Zusammensetzung. Sie bilden gleichsam ein Hydrat des Kryolith (aus welchem sie entstanden und mit dem sie durch gewisse Aehnlichkeit der Krystallformen verbunden sind), nur mit dem Unterschiede, dass 2 Na des Kryolith durch Ca vertreten werden.

**Hagemannit** ist ein Gemenge, dessen Hauptbestandtheil aus Thomsenolith besteht.

<b>Gearksutit</b> ( <b>Evigtokit</b> )	$\text{Al}(\text{F, OH})^3 \cdot \text{CaF} \cdot \text{H}^2\text{O}$	Krystallform ?
<b>Ralstonit</b>	$3 \text{Al}(\text{F, OH})^3 \cdot (\text{Na}^2, \text{Mg}) \text{F}^2 \cdot 2 \text{H}^2\text{O}$	Regulär

Anmerk. Die Untersuchungen von W. Cross und Hillebrand über den Gearksutit, sowie die von Penfield und Harper über den Ralstonit haben gezeigt, dass in diesen Mineralien nur ein Theil des beim Erhitzen abgegebenen Wassers als Krystallwasser vorhanden ist, und haben zu obigen Formeln geführt, wonach die beiden Substanzen Hydrate prosopitähnlicher Doppelfluoride darstellen.

<b>Yttrocerit</b>	$(\text{Y, Er, Ce}) \text{F}^3 \cdot 5 \text{CaF} \cdot \text{H}^2\text{O}$	Krystallform ?
-------------------	---	----------------

Anmerk. Diese Formel entspricht dem Mittelwerth von Rammelsberg's Analysen.

## 5. Gruppe. (Doppelfluoride vier- und einwerthiger Elemente.)

**Hieratit**  $\text{SiF}_4 \cdot 2\text{KF}$  Regulär.**Kryptohalit**  $\text{SiF}_4 \cdot 2[\text{NH}_4]\text{F}$  „

Anmerk. Sind schon die Mineralien der vorhergehenden Gruppen als salzartige Verbindungen anzusehen, in denen das Aluminium den anderen Metallen gegenüber die Rolle eines säurebildenden Elementes spielt, so ist dies in noch höherem Grade der Fall bei den obigen Verbindungen, dem Kalium- und Ammoniumsalz der Kieselfluorwasserstoffsäure.

Mit dem Hieratit findet sich auf Vulcano wahrscheinlich auch das entsprechende Fluorstannat in geringer Menge.

## C. Oxy-Chloride und -Fluoride.

## 1. Gruppe.

**Nocerin**  $(\text{Mg}, \text{Ca})^3\text{OF}_4$  Hexagonal.

Anmerk. Ausser den angeführten Bestandtheilen enthält der Nocerin noch kleine Mengen Al, Na, K, welche als  $\text{AlF}_3$  und Alkali-Aluminat abgerechnet werden müssen, um obige Formel zu geben. Da es noch zweifelhaft ist, ob dieselben als Beimengungen vorhanden sind oder zur Constitution des Minerals gehören, so muss die obige Formel noch als nicht ganz sicher bestimmt betrachtet werden.

## 2. Gruppe.

**Fluocerit**  $(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di})^2\text{OF}_4$  Hexagonal.

Anmerk. Berzelius hielt dieses Mineral für eine Verbindung von Cerfluorür und -fluorid. Die neue Untersuchung Weibull's hat gelehrt, dass demselben die obige Formel zukomme, dass es aber einer beginnenden Umwandlung unter Austausch von etwas Fluor gegen Wasser unterworfen sei. Ausser den oben angeführten Metallen enthält der Fluocerit auch einige Procent Yttriummetalle.

**Hydrofluocerit**, wahrscheinlich das schliessliche Product der eben erwähnten Zersetzung, soll eine Verbindung von Cerfluorid und Cerhydroxyd sein.

## 3. Gruppe.

**Matlockit**  $[\text{Pb}^2\text{O}]\text{Cl}^2$  Tetragonal  $\overset{a}{1} : \overset{c}{1,7627}$ .

Anmerk. In diesem Körper sind die beiden Bleiatome durch Sauerstoff verbunden; es ist ein basisches chlorwasserstoffsäures Salz, welches sich von 2 Mol.  $\text{HCl}$  ableitet, indem 2 H durch die zweiwerthige Gruppe  $-\text{Pb}-\text{O}-\text{Pb}-$  ersetzt sind. Ebenso kann man es auch betrachten als neutrales Salz des für sich nicht bekannten Bleihydroxydes  $\text{Pb}^2\text{O}[\text{OH}]^2$ .

**Mendipit**  $\text{Pb}^3\text{O}^2\text{Cl}^2$  Rhombisch  $\overset{a}{0,8012} : \overset{b}{1} : \overset{c}{?}$ **Schwartzembergite**  $\text{Pb}^3\text{O}^2(\text{J}, \text{Cl})^2$  „

Anmerk. Hier ist es die ebenfalls zweiwerthige Gruppe  $-\text{Pb}-\text{O}-\text{Pb}-\text{O}-\text{Pb}-$ , welche den Wasserstoff zweier Moleküle  $\text{HCl}$  resp.  $\text{HJ}$  ersetzt. Diese Salze kann man betrachten als neutrale Salze des krystallisirten Bleihydroxydes  $\text{Pb}^3\text{O}^2[\text{OH}]^2$ .

**Daviesit**, rhombisch,  $a:b:c = 0,7940:1:0,4778$ , ist nach Miers ein dem Mendipit nahe stehendes Bleioxychlorid, von welchem jedoch noch keine quantitative Analyse vorliegt.

## 4. Gruppe. (Hydroxyl enthaltende basische und überbasische Salze.)

**Laurionit**  $\text{Pb}[\text{OH}]\text{Cl}$  Rhombisch  $\overset{a}{0,3096} : \overset{b}{1} : \overset{c}{1,0062}$ 

Anmerk. Die beiden Mineralien Matlockit und Laurionit repräsentiren in ausgezeichnete Weise die beiden Classen basischer Salze, deren eine diejenigen chemischen Verbindungen umfasst, welche sich von der Säure dadurch ableiten, dass der Wasserstoff ersetzt wird durch

sauerstoffhaltige Atomgruppen, z. B.  $\text{Pb}^2\text{O}$  (s. Matlockit),  $\text{AlO}$  u. a., während diejenigen der zweiten Classe zu betrachten sind als Hydroxyde der Metalle, in welchen nur ein Theil der Hydroxylgruppen durch gleichwerthige Säurereste (worunter wir die Bestandtheile der Säure minus dem durch Metalle ersetzbaren Wasserstoff verstehen wollen) vertreten ist. So giebt das normale Hydroxyd des Bleis  $\text{Pb}[\text{OH}]^2$  mit  $\text{HCl}$  unter Austritt von  $\text{H}^2\text{O}$ , d. i. durch Ersetzung nur eines Hydroxyls, das im Laurionit vorliegende basische Salz, mit  $2\text{HCl}$  unter Austritt von  $2\text{H}^2\text{O}$  das neutrale Salz  $\text{PbCl}^2$  (Cotunnit).

Mit dem Laurionit kommt ein zweites, monosymmetrisch krystallisirendes Mineral vor, der Fiedlerit, ein wahrscheinlich complicirter zusammengesetztes Bleioxychlorid, von welchem jedoch noch keine quantitative Analyse vorliegt.

<b>Atakamit</b>	$\text{Cu}[\text{OH}]\text{Cl} \cdot \text{Cu}[\text{OH}]^2$	Rhombisch	$\overset{a}{0,6619} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,7530}$
-----------------	--	-----------	--

Anmerk. Dass der Wassergehalt des Atakamit nicht als Krystallwasser, sondern als Hydroxyl in der Substanz enthalten ist, beweist ihr Verhalten beim Erhitzen, wobei sie erst über  $200^\circ$  und dann vollständig zerfällt. Dieselbe muss daher als eine Verbindung von basischem Kupferchlorid mit Kupferhydroxyd, d. h. als ein überbasisches Salz angesehen werden (siehe Einleitung S. 10).

**Atalit** nannte Scacchi die aus der Umwandlung des Tenorit vom Vesuv hervorgegangene grüne Substanz, welche die Zusammensetzung  $\text{Cu}^3[\text{OH}]^4\text{Cl}^2 \cdot \text{H}^2\text{O}$  besitzt.

Anhang: **Tallingit** entspricht nach der Analyse von Church ungefähr der Formel  $\text{Cu}^5[\text{OH}]^8\text{Cl}^3 \cdot 4\text{H}^2\text{O}$ . Für den regulär krystallisirenden **Percylith** wird als wahrscheinliche Formel angegeben:  $\text{Cu}[\text{OH}]\text{Cl} \cdot \text{Pb}[\text{OH}]\text{Cl}$ .

Unter dem Namen **Daubrëit** wurde ein unreines Wismuthoxychlorid beschrieben.

**Sarawakit** ist wahrscheinlich ein Antimonoxychlorid.

## V. Classe.

### Nitrate. Carbonate. Selenite. Manganite.

#### A. Salpetersaure Salze.

##### 1. Gruppe. (Normale Nitrate.)

<b>Kalisalpeter</b> (Salpeter)	$\text{NO}^3\text{K}$	Rhombisch	$0,5843 : 1 : 0,7028$
<b>Natronsalpeter</b> (Chilisalpeter)	$\text{NO}^3\text{Na}$	Hexagonal rhomboëdr.	$1 : 0,8276$

Anmerk. Salpetersaures Kalium und Natrium sind dimorph und das erstere besitzt noch eine zweite rhomboëdrische Modification, in welcher es mit dem Natriumsalz isomorph ist, und umgekehrt. In der Natur finden sich nur die beiden einander nicht entsprechenden Formen. In einer merkwürdigen Beziehung stehen diese beiden Salze zum Calciumcarbonat  $\text{CO}^3\text{Ca}$  (siehe folg. S.), indem der Natronsalpeter in Krystallform, Spaltbarkeit u. s. w. äusserst ähnlich erscheint dem rhomboëdrischen Kalkspath, der Kalisalpeter dagegen ebenso der rhombischen Form des dimorphen kohlensauren Kalkes, dem Aragonit. Wenn auch diese Beziehung gewiss auf einer Aehnlichkeit der Molekularstructur beider Arten von Körpern beruht, so scheint es doch ungeeignet, dafür das Wort „Isomorphie“ zu gebrauchen, da weder von einer eigentlichen Analogie der chemischen Constitution zwischen salpetersauren und kohlensauren Salzen, noch von der Möglichkeit derselben, isomorphe Mischungen zu bilden, die Rede sein kann.

<b>Barytsalpeter</b> (Baryumnitrat)	$[\text{NO}^3]^2\text{Ba}$	Regulär tetartoëdrisch
--	----------------------------	------------------------

Anmerk. Auch der **Kalksalpeter** (Nitrocalcit),  $[\text{NO}^3]^2\text{Ca}$ , und der **Magnesiassalpeter** (Nitromagnesit),  $[\text{NO}^3]^2\text{Mg}$ , kommen natürlich als, wahrscheinlich wasserhaltige, Efflorescenzen vor.

##### 2. Gruppe. (Basische resp. überbasische Nitrate.)

<b>Gerhardtit</b>	$\text{NO}^3[\text{Cu}.\text{OH}].\text{Cu}[\text{OH}]^2$	Rhombisch	$0,9218 : 1 : 1,1562$
-------------------	---	-----------	-----------------------

Anmerk. Dass dieses Mineral kein Krystallwasser enthält, folgt aus seinem Verhalten beim Erhitzen, wobei es salpetrige Säure und saures Wasser gleichzeitig abgibt. Man muss dasselbe wohl als Verbindung des einfachen basischen Salzes, d. i. Kupferhydroxyd, in welchem ein OH durch den Salpetersäurerest  $\text{NO}^3$  ersetzt ist, mit Kupferhydroxyd betrachten.

Dieselbe Substanz wurde von den Entdeckern des Minerals, Wells und Penfield, auch künstlich erhalten in Krystallen mit sehr ähnlichem Axenverhältniss, welche aber dem monosymmetrischen System angehörten.



## B. Kohlensäure Salze.

### a) Wasserfreie normale Carbonate.

#### 1. Gruppe.

##### α) Rhomboëdrische Reihe.

<b>Calcit</b> (Kalkspath)	$\text{CO}_3\text{Ca}$	Hexag. rhomboëdr.	$\frac{a}{b} : \frac{c}{c}$ 1:0,8543
<b>Dolomit</b> (Bitterspath)	$\text{CO}_3(\text{Ca}, \text{Mg})$	" "	1:0,8322
<b>Braunspath</b> (Ankerit)	$\text{CO}_3(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})$	" "	1:0,81 bis 0,83
<b>Magnesit</b>	$\text{CO}_3\text{Mg}$	" "	1:0,8095
<b>Breunerit</b> (Mesitinspath, Pistomesit)	$\text{CO}_3(\text{Mg}, \text{Fe})$	" "	1:0,8129
<b>Zinkspath</b> (Smithsonit, Galmei s. Th.)	$\text{CO}_3\text{Zn}$	" "	1:0,8062
<b>Eisenzinkspath</b> (Monheimit)	$\text{CO}_3(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca}, \text{Mg})$	" "	1:0,817
<b>Manganspath</b> (Rhodochrosit, Manganocalcit, oder: Dialogit)	$\text{CO}_3\text{Mn}$ oder: $\text{CO}_3(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg})$ oder: $\text{CO}_3(\text{Mn}, \text{Fe})$	" "	1:0,8183 bis 1:0,8218
<b>Oligonspath</b> (Sphärosiderit s. Th.)	$\text{CO}_3(\text{Fe}, \text{Mn})$	" "	1:0,8175
<b>Eisenspath</b> (Siderit, Sphärosiderit s. Th.)	$\text{CO}_3\text{Fe}$	" "	1:0,8171
<b>Kobaltspath</b> (Sphärokobaltit)	$\text{CO}_3\text{Co}$	" "	?

##### β) Rhombische Reihe.

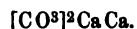
<b>Aragonit</b>	$\text{CO}_3\text{Ca}$	Rhombisch	$\frac{a}{b} : \frac{c}{c}$ 0,6228:1:0,7207
<b>Alstonit</b>	$\text{CO}_3(\text{Ca}, \text{Ba})$	"	0,5910:1:0,7390
<b>Witherit</b>	$\text{CO}_3\text{Ba}$	"	0,5949:1:0,7413
<b>Strontianit</b>	$\text{CO}_3(\text{Sr}, \text{Ca})$	"	0,6089:1:0,7237
<b>Calciostrontianit</b> (Emmonit)	$\text{CO}_3(\text{Sr}, \text{Ca})$	"	" " "
<b>Tarnowitzit</b>	$\text{CO}_3(\text{Ca}, \text{Pb})$	"	
<b>Cerussit</b> (Weissbleierz)	$\text{CO}_3\text{Pb}$	"	0,6220:1:0,7168

Anmerk. Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, sind mit der rhomboëdrischen Modification des Calciumcarbonates isomorph das kohlensäure Magnesium, Zink, Mangan, Eisen und Kobalt, während dem Aragonit die Carbonate von Baryum, Strontium und Blei entsprechen. Dass aber auch diese dimorph sind, beweist der Umstand, dass es einestheils manganhaltige rhomboëdrische Calcite giebt, welche kohlensäures Baryum enthalten [ein neuerdings analysirtes und als rhomboëdrisch erkanntes Mineral von Långban (fälschlich „**Barytocalcit**“ genannt) enthält sogar mehr  $\text{CO}_3\text{Ba}$  als  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ], anderentheils isomorphe Mischungen von  $\text{CO}_3\text{Ca}$  und  $\text{CO}_3\text{Pb}$  (**Plumbocalcit**), welche in derselben hexagonalen Form krystallisiren; endlich wird auch ein strontiumhaltiger Kalkspath angegeben.

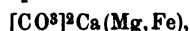
Der Calcit bildet durch steigende Mengen isomorpher Beimischungen Uebergänge in die gemischten Carbonate der ersten Reihe und namentlich ist er durch zahllose Zwischenstufen (magnesiahaltige Kalke) verknüpft mit dem Dolomit. Die Mehrzahl der Analysen dieses letzteren Minerals geben so nahe 1 Molekül  $\text{CO}_3\text{Ca}$  auf 1 Molekül  $\text{CO}_3\text{Mg}$ , dass man wohl annehmen muss, es existire die Verbindung:



und die kalkreicheren Dolomite seien isomorphe Mischungen dieser mit Kalkspath, dessen Formel alsdann verdoppelt zu schreiben wäre:



Magnesiareicher, als es der Formel des Normaldolomit entspricht, ist nur eine Varietät, der **Konit**, welcher somit in analoger Weise als eine Mischung von Normaldolomit und  $[\text{CO}_3]_2\text{MgMg}$  (Magnesit) zu betrachten wäre. Mit dieser Annahme über die Molekulargrösse der hierher gehörigen Carbonate steht auch die Zusammensetzung der Braunspathe im Einklang, denn die grosse Mehrzahl derselben entspricht der Formel:



d. h. es sind Normaldolomite, in denen ein Theil der Magnesia durch Eisenoxydul ersetzt ist. Ein rother Bitterspath von Pabram enthält statt des letzteren 7 Proc.  $\text{CoO}$ , aber auch bei diesem kommt 1 Atom Ca auf 1 Atom  $(\text{Mg}, \text{Co}, \text{Fe})$ . Die eisenreichsten Braunspathe, welche mehr Fe als Mg enthalten, führen speciell den Namen **Ankerit**. Den grossen Schwankungen der chemischen Zusammensetzung in dieser Mischungsreihe entsprechen natürlich auch ziemlich grosse Differenzen im Rhomboëderwinkel, daher auf vor. Seite nur approximative Grenzwerte des Axenverhältnisses gegeben worden sind.

Auch unter den Breuneriten befinden sich Varietäten (**Pistomesit**), welche eine den obigen ähnliche Formel besitzen, nämlich  $[\text{CO}_3]_2\text{MgFe}$ , doch ist die Mehrzahl derselben magnesiareicher, und bei der leichteren Vertretbarkeit von Mg und Fe in isomorphen Mischungen, gegenüber der weniger nahen Beziehung zwischen Ca und Mg, ist die Existenz einer Verbindung von der angegebenen Formel auch an und für sich weniger wahrscheinlich, als die des Normaldolomits.

Der Zinkspath enthält meist isomorphe Beimischungen der übrigen Carbonate der ersten Reihe, selten auch kohlen-saures Cadmium; besonders häufig sind darin Eisen- und Mangancarbonat. Das letztere kommt ganz rein in der Natur vor, und auf solche Varietäten bezieht sich das erstangegebene Axenverhältniss, während das zweite ziemlich eisenreichen Mischungen entspricht. Auch der Eisenspath enthält häufig isomorphe Beimischungen der anderen Glieder dieser Reihe (z. B. ist **Siderodot** ein kalkhaltiger Eisenspath), und besonders unter den dichten, sogenannten Sphärosideriten giebt es sehr manganreiche.

Der Kobaltspath ist fast reines, in mikroskopischen Rhomboëdern krystallisirtes kohlen-saures Kobalt, welches ausserdem in geringer Menge in manchen Kalkspathen und Dolomiten (s. oben) erscheint.

In krystallographischer Hinsicht unterscheidet sich der Kalkspath insofern von den übrigen Carbonaten dieser Reihe, als er ausnahmslos rhomboëdrische Symmetrie zeigt, während die übrigen in ihren Aetzfiguren, der Dolomit auch in dem Auftreten der Skalenoëderflächen die geringere Symmetrie der rhomboëdrischen Tetartoëdrie erkennen lässt. Wie Tschermak's Untersuchungen über diesen Gegenstand gezeigt haben, bestehen viele Krystalle dieser Carbonate aus rechten und linken, tetartoëdrischen Partien in inniger Durchdringung. Vielleicht lässt sich auch auf diesem Wege die rhomboëdrische Symmetrie des Calcit erklären.

**Anthraconit** ist ein Gemenge von Kalkspath und Kohle.

**Kieselmagnesit** ist ein dichtes Gemenge von Magnesit mit Quarz, **Guhrhofan** ein solches von kohlen-saurem Kalk, Serpentin (aus dem er entstanden), kohlen-saurer Magnesia und wahrscheinlich Brucit.

Das früher für rhombisch gehaltene Mineral „**Manganocalcit**“, eine isomorphe Mischung von Mangan- und Calciumcarbonat, hat sich durch die neuere Untersuchung Krenner's als rhomboëdrisch erwiesen, daher man jetzt diesen Namen für hexagonale, mit Kalkspath isomorphe Mischungen beider Carbonate anwendet (s. vor. Seite).

Am Strontianit ist in neuerer Zeit durch Beckenkamp hemimorphe Ausbildung erkannt worden.

Der Calciostromantianit hat nach Cathrein's Messungen Krystallwinkel, welche innerhalb der Fehlergrenze mit denen des reinen Strontianit übereinstimmen.

Iglesiasit hat man ein zinkhaltiges Weissbleierz genannt. Ein geringer Zinkgehalt wurde neuerdings auch in einem Aragonit von Traube nachgewiesen.

Die Kalkspath- und die Aragonitreihe bilden zusammen eine der am vollständigsten bekannten isodimorphen Gruppen, deren einzelne Glieder sowohl in hexagonaler Form, als auch in rhombischer zu krystallisiren vermögen. Zur Uebersicht darüber, in wie weit das Auftreten der beiden Modificationen bei den hierher gehörigen Körpern nachgewiesen ist, diene die folgende Tabelle:

Es krystallisirt	Rhomboëdrisch:	Rhombisch:
$\text{CO}^3\text{Ca}$	als Kalkspath	als Aragonit
$\text{CO}^3\text{Mg}$	als Magnesit	—
$\text{CO}^3\text{Zn}$	als Zinkspath	(mit $\text{CO}^3\text{Pb}$ im Iglesiasit)
$\text{CO}^3\text{Mn}$	als Manganspath	—
$\text{CO}^3\text{Fe}$	als Eisenspath	—
$\text{CO}^3\text{Co}$	als Kobaltspath	—
$\text{CO}^3\text{Ba}$	(mit $\text{CaCO}^3$ in einigen Kalkspathen)	als Witherit
$\text{CO}^3\text{Sr}$	( " " " " " )	als Strontianit
$\text{CO}^3\text{Pb}$	(mit $\text{CaCO}^3$ im Plumbocalcit)	als Cerussit.

## 2. Gruppe.

**Barytocalcit**  $\text{CO}^3\text{Ba} \cdot \text{CO}^3\text{Ca}$  Monosymmetrisch  $1,1201 : 1 : 0,8476 \quad 102^\circ 26'$

Anmerk. Während der Alstonit (s. vor. Gruppe) eine isomorphe Mischung von Baryum- und Calciumcarbonat ist, besteht der Barytocalcit, wie die Untersuchung von Becker gezeigt hat, aus gleichen Molekülen beider Carbonate. Die Thatsache, dass zwei isomorphe Körper nicht nur in wechselndem Verhältniss isomorphe Mischungen, sondern in bestimmtem Verhältniss auch Molekularverbindungen mit einander bilden können, welchen aber dann eine ganz andere Krystallform zukommt, ist schon früher beobachtet worden, z. B. an den Nitraten des Natriums und Silbers. In Anbetracht des S. 50 erwähnten Umstandes, dass die salpetersauren Salze der Alkalien gewisse krystallographische Aehnlichkeiten mit Kalkspath und Aragonit zeigen, ist es von Interesse, dass auch das Doppelsalz von der Formel  $\text{NO}^3\text{Ag} \cdot \text{NO}^3\text{Na}$  monosymmetrisch krystallisirt, wie der Barytocalcit, und beide ebenfalls gewisse unverkennbare Aehnlichkeiten ihrer Krystallelemente besitzen.

## b) Wasserfreie basische und überbasische Carbonate.

### 1. Gruppe.

**Zinkblüthe**  $\text{CO}^3[\text{Zn} \cdot \text{OH}]^2 \cdot \text{Zn}[\text{OH}]^2$  Krystallform?  
(Hydrosinkit)

Anmerk. Die vorstehende Formel, eine Verbindung von basischem Zinkcarbonat mit Zinkhydroxyd, für welche man auch schreiben könnte:  $\text{CO}^3\text{Zn} \cdot 2 \text{Zn}[\text{OH}]^2$ , ist der einfachste Ausdruck für die bessere unter den älteren Analysen. In dem faserigen Hydrozinkit von Bleiberg fand Zotta einen etwas grösseren Gehalt an Kohlensäure und die weniger einfache Formel:  $4 \text{CO}^3[\text{Zn} \cdot \text{OH}]^2 \cdot \text{Zn}[\text{OH}]^2 \cdot \text{H}^2\text{O}$ . An die Zinkblüthe schliessen sich folgende, ihrer chemischen Zusammensetzung nach noch weniger genügend bekannte Mineralien an:

**Aurichalcit, Messingblüthe, Buratit**; wesentlich basisch kohlensaures Zink und Kupfer, zum Theil nach der Formel der Zinkblüthe zusammengesetzt, in welcher aber ein Theil des Zinks durch Kupfer vertreten ist. Nach Belar ist die Formel der krystallisirten Varietät  $\text{CO}^3[(\text{Zn}, \text{Cu})\text{OH}]^2 \cdot 2(\text{Zn}, \text{Cu})[\text{OH}]^2$ .

**Malachit**  $\text{CO}^3[\text{Cu} \cdot \text{OH}]^2$  Monosymmetr.  $0,7823 : 1 : 0,4036 \quad 90^\circ 3'$   
**Kupferlasur**  $[\text{CO}^3]^2 \text{Cu} [\text{Cu} \cdot \text{OH}]^2$  "  $0,8501 : 1 : 1,7611 \quad 92^\circ 24'$   
(Chesylith, Asurit)  
**Hydrocerussit**  $[\text{CO}^3]^2 \text{Pb} [\text{Pb} \cdot \text{OH}]^2$  Hexagonal

Anmerk. Es ist auffallend, dass die Bleiverbindung, deren Zusammensetzung durch künstliche Darstellung sicher festgestellt wurde (Bourgeois), nicht mit der Kupferverbindung isomorph ist.

**Plumbonacrit** scheint ein Gemenge von basischem Bleicarbonat mit Bleioxyd zu sein.

## 2. Gruppe.

**Dawsonit**  $\text{CO}^3 \cdot \text{Al}[\text{OH}]^2 \cdot \text{Na}$  Monosymmetrisch?

Anmerk. Dieses insofern höchst merkwürdige Salz, als es das einzig bekannte Aluminiumcarbonat ist, kann natürlich auch betrachtet werden als normales Aluminiumhydroxyd  $\text{Al}[\text{OH}]^3$ , in welchem ein Hydroxyl durch die einwerthige Gruppe  $\text{CO}^3\text{Na}$  vertreten ist.

**Bismutosphärit**  $\text{CO}^3[\text{BiO}]^2$  Krystallform?

Anmerk. Als **Wismuthspath** (Bismutit z. Th.) werden derbe und erdige Mineralien bezeichnet, deren Analysen z. Th. auf die Formel  $\text{CO}^3[\text{BiO}]\text{Bi}(\text{OH})^2$ , z. Th. auf  $[\text{CO}^3]^3\text{Bi}^2 \cdot 4\text{BiO} \cdot \text{OH}$ , oder auf  $3[\text{CO}^3][\text{Bi} \cdot \text{OH}] \cdot 5\text{BiO} \cdot \text{OH}$  führen, z. Th. aber auch bei der Analyse weniger Wasser liefern, als es diesen Formeln entspricht, und welche also wohl mechanische Gemenge sind. Die kohlenensäureärmste Varietät (von Schneeberg) ergab die Zusammensetzung:  $\text{CO}^3[\text{BiO}]^2 \cdot \text{Bi}^4\text{O}^7\text{H}^2$ . Unter dem Namen **Waltherit** beschrieb Vogl zwei verschiedene Wismuthcarbonate, von welchen nach Bertrand das eine rhombisch, das andere monosymmetrisch oder asymmetrisch ist.

## c) Chloro- und Fluocarbonate.

## 1. Gruppe.

**Bastnäsit**  $\text{CO}^3[(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di})\text{F}]$  Hexagonal?  
(Hamartit)

Anmerk. Der Bastnäsit ist ein Fluocarbonat, in welchem die beiden Wasserstoffatome der Kohlensäure durch die zweiwerthige Gruppe  $\overset{\text{II}}{\text{R}}\text{F}$  (in welcher R zum Theil überwiegend Ce, zum Theil La) ersetzt ist. Unter Verdreifachung der Formel kann man dieselbe auch als eine Verbindung eines normalen Carbonats mit einem Fluorid schreiben:  $[\text{CO}^3]^3\text{R}^2 + \text{RF}^2$ , wie dies gewöhnlich geschieht. Entstanden ist das Mineral aus dem Tysonit (s. S. 46), daher die für dasselbe angegebene hexagonale Form vielleicht dem letzteren angehört.

**Parisit**  $[\text{CO}^3]^3\text{Ce}[\text{CeF}][\text{CaF}]$  Hexagonal  $\overset{\cdot}{1} : \overset{\cdot}{3}, \overset{\cdot}{3} \overset{\cdot}{6} \overset{\cdot}{4} \overset{\cdot}{6}$

Anmerk. Obige Formel, in welcher ausser der zweiwerthigen Gruppe  $\text{CeF}$  noch die einwerthige  $\text{CaF}$  angenommen ist und welche man auch auflösen kann in:  $[\text{CO}^3]^3\text{Ce}^2 \cdot \text{CaF}^2$ , ist der einfachste Ausdruck für die Analyse von Deville und Damour; jedoch wurde etwas weniger Fluor gefunden, als es der Formel entspricht. Ungefähr ein Drittel des Cers ist durch Didym und Lanthan vertreten.

Der **Kischtimit**, welcher mehr Lanthan, kein Calcium und dagegen etwas Wasser enthält, ist wahrscheinlich ein zum Theil umgewandelter Parisit.

## 2. Gruppe.

**Phosgenit**  $\text{CO}^3[\text{PbCl}]^2$  Tetragonal  $\overset{\cdot}{1} : \overset{\cdot}{1}, \overset{\cdot}{0} \overset{\cdot}{8} \overset{\cdot}{7} \overset{\cdot}{6}$   
(Bleihorners)

Anmerk. Analog dem Pyromorphit (s. S. 74 unter der Apatitgruppe) muss man den Phosgenit als ein Carbonat betrachten, welches die einwerthige Gruppe  $\text{PbCl}$  enthält. Gewöhnlich wird seine Formel als die einer Molekularverbindung  $\text{CO}^3\text{Pb} \cdot \text{PbCl}^2$  geschrieben.

Das entsprechende Calciumsalz  $\text{CO}^3[\text{CaCl}]^2$  bildete vermuthlich den sogenannten **Thinolith**, welcher sich jedoch nur in  $\text{CO}^3\text{Ca}$  umgewandelt findet (Dana).

## d) Wasserhaltige Carbonate.

## 1. Gruppe.

<b>Thermonatrit</b> (Urao s. Th.)	$\text{CO}^3\text{Na}^2.\text{H}^2\text{O}$	Rhombisch	$(0,3644 : 1 : 1,2254)$
<b>Soda</b>	$\text{CO}^3\text{Na}^2.10\text{H}^2\text{O}$	Monosymmetrisch	$(1,4186 : 1 : 1,4828 \quad 122^\circ 20')$
<b>Trona</b> (Urao s. Th.)	$\text{CO}^3\text{Na}^2.\text{CO}^3\text{NaH}.2\text{H}^2\text{O}$	"	$(2,8459 : 1 : 2,9696 \quad 102^\circ 37')$

## 2. Gruppe.

<b>Gaylussit</b> (Natrocalcit)	$\text{CO}^3\text{Na}^2.\text{CO}^3\text{Ca}.5\text{H}^2\text{O}$	Monosymmetrisch	$1,4895 : 1 : 1,4440 \quad 101^\circ 33'$
<b>Hydrogiobertit</b>	$\text{CO}^3\text{Mg}.3\text{H}^2\text{O}$	Krystallform?	

## 3. Gruppe.

<b>Lanthanit</b>	$[\text{CO}^3]^3\text{La}^3.9\text{H}^2\text{O}$	Rhombisch	$0,9528 : 1 : 0,9518$
------------------	--	-----------	-----------------------

Anmerk. **Tengerit** soll aus kohlensaurer Yttererde bestehen.

## 4. Gruppe.

<b>Uranothallit</b>	$[\text{CO}^3]^4\text{UrCa}^2.10\text{H}^2\text{O}$	Rhombisch	$0,954 : 1 : 0,783$
---------------------	---	-----------	---------------------

Anmerk. Dieses, früher als „Uralkalkcarbonat“ oder auch als „Liebigit“ bezeichnete Mineral ist durch Schrauf und Brezina näher bestimmt worden.

**Voglit** ist ein nahe verwandtes Mineral, welches neben Ca noch Cu enthält.

## 5. Gruppe. (Basische und überbasische Carbonate.)

<b>Hydromagnesit</b>	$[\text{CO}^3]^3\text{Mg}^2[\text{Mg.OH}]^2.3\text{H}^2\text{O}$	Monosymm.	$0,911 : 1 : 0,415 \quad 97^\circ - 98^\circ$
----------------------	--	-----------	---

Anmerk. **Baudisserit** ist wahrscheinlich ein Gemenge von Hydromagnesit mit Kieselsäure.

<b>Lansfordit</b>	$[\text{CO}^3]\text{Mg}^2[\text{Mg.OH}]^2.21\text{H}^2\text{O}$	?	
-------------------	---	---	--

<b>Nickelsmaragd</b> (Zaratit)	$\text{CO}^3\text{Ni}.2\text{Ni}[\text{OH}]^2.4\text{H}^2\text{O}$	?	
-----------------------------------	--	---	--

Anmerk. An den Hydromagnesit schliessen sich einige andere basische Carbonate des Magnesiums, zum Theil kalkhaltig, an, welche jedoch wahrscheinlich mechanische Gemenge sind: **Lancasterit** und **Hydromagnocalcit** (**Hydrodolomit**), an den Nickelsmaragd der noch nicht quantitativ untersuchte **Remingtonit**, wasserhaltiges Cobaltcarbonat.

**Randit**, nach einer approximativen Analyse  $[\text{CO}^3]^6\text{U}[\text{OH}]^4\text{Ca}^5. \text{H}^2\text{O}$ .

**Liebigit**, basisch kohlensaures Uralkalksalz, wasserhaltig.

## C. Selenigsaure Salze.

## 1. Gruppe.

<b>Chalkomenit</b>	$\text{SeO}^3\text{Cu}.2\text{H}^2\text{O}$	Monosymmetrisch	$0,7222 : 1 : 0,2460 \quad 90^\circ 51'$
--------------------	---	-----------------	--

Anmerk. In Begleitung des Chalkomenit finden sich zwei noch nicht näher untersuchte Mineralien **Molybdenit**, selenigsaures Blei, und **Cobaltomenit**, wahrscheinlich selenigsaures Cobalt.

## D. Manganigsaure Salze.

### 1. Gruppe.

<b>Braunit</b> (Marcellin)	$\text{MnO}^3\text{Mn}$	Tetragonal	$\frac{a}{b} : \frac{c}{a} = 0,9924$
-------------------------------	-------------------------	------------	--------------------------------------

Anmerk. Die auch durch neuere Messungen, namentlich Flink's, sichergestellte tetragonale Form des Braunit hat bereits vor langer Zeit zu der Ansicht geführt, dass derselbe nicht die dem Eisenoxyd analoge Verbindung  $\text{Mn}^{\text{II}}\text{O}^3$  sei (vergl. S. 41), sondern als Verbindung von MnO mit  $\text{MnO}^2$  aufgefasst werden müsse. In neuerer Zeit ist nun, namentlich von französischen Chemikern, eine grössere Zahl von manganigsauren Salzen dargestellt worden, d. h. solchen, deren Säure-Anhydrid  $\text{MnO}^2$  ist, welche also ebenso den schwefligsauren Salzen entsprechen, wie die mangansauren den schwefelsauren ( $\text{MnO}^4\text{K}^2$  und  $\text{SO}^4\text{K}^2$  sind vollkommen isomorph). Nach Analogie dieser Verbindungen hat man den Braunit als manganigsaures Manganoxydul, d. h. als Mangansalz der Säure  $\text{MnO}[\text{OH}]^2$  zu betrachten. Häufig enthält das Mineral Kieselsäure, wahrscheinlich in der Verbindung  $\text{SiO}^3\text{Mn}$ . Ob letztere mechanisch beigemengt oder in isomorpher Mischung darin enthalten ist, muss unentschieden bleiben, da man das Salz  $\text{SiO}^3\text{Mn}$  nicht in tetragonaler Form kennt.

### 2. Gruppe.

<b>Hausmannit</b>	$\text{MnO}^4\text{Mn}^2$	Tetragonal	$\frac{a}{b} : \frac{c}{a} = 1,1571$ .
-------------------	---------------------------	------------	--

Anmerk. Der Hausmannit ist das Manganoxydulsalz, welches dem sehr beständigen, von Rousseau dargestellten und von ihm als normales Manganit betrachteten Salze  $\text{MnO}^4\text{Ca}^2$  entspricht, und zerfällt dem entsprechend beim Behandeln mit Säuren in  $2\text{MnO}$  und  $\text{MnO}^2$ , ebenso wie Braunit in  $\text{MnO}$  und  $\text{MnO}^2$ , während Manganit diese Zersetzung nicht erfährt (Rammelsberg). Das Mineral zeigt nach Eck zuweilen sphenoidisch-hemiédrische Formen, und diese Thatsache, sowie die Zwillingsbildungen desselben weisen auf eine Krystallstruktur hin, welche derjenigen des Kupferkies sehr ähnlich ist. Auch in chemischer Hinsicht besteht zwischen beiden Mineralien eine gewisse Analogie, wenn man in dem genannten Sulfosalze ein vier- und ein zweiwerthiges Eisenatom annimmt und demnach seine Constitution auffasst als:  $\text{FeS}^4\text{Fe}^{\text{II}}\text{Cu}^2$ .

Ein Manganmineral vom Upsalaås erwies sich als ein Hydrat des Hausmannit.

### 3. Gruppe.

<b>Chalkophanit</b>	$\text{Mn}^2\text{O}^7(\text{Zn}, \text{Mn})\text{H}^4$	Hexag. rhomboëdr.	$\frac{a}{b} : \frac{c}{a} = 3,527$ .
---------------------	---	-------------------	---------------------------------------

Anmerk. Ob in vorstehendem Salze der Wassergehalt als Krystallwasser oder in Form von OH enthalten ist, kann nur durch Versuche über die Temperatur, bei welcher derselbe entweicht, entschieden werden.

Als höchst wahrscheinlich zu den manganigsauren Salzen gehörig hat man ferner eine Reihe von Mineralien zu betrachten, welche nur in derben, mehr oder weniger dichten Massen und meist in unreinem Zustande, als mechanische Gemenge, vorkommen, so dass bestimmte chemische Formeln für dieselben nicht aufgestellt werden können. Da sie sämmtlich wasserhaltig sind, so ist für die Mehrzahl anzunehmen, dass es saure manganigsaure Salze sind, in welchen der Wasserstoff der Säure nur zum Theil durch Metalle ersetzt ist. Ein Theil des in diesen Salzen enthaltenen Wassers ist wohl auch als hygroskopisches zu betrachten. Am besten stimmt mit dieser Annahme überein der faserig-schuppige, also krystallinische

Lepidophäit, welcher, wenn nur  $\frac{1}{10}$  seines Wassergehaltes als hygroskopisch betrachtet wird, die Formel  $[\text{MnO}^4]^3\text{CuMnH}^{16}$  erhält.

Wad (Manganschaum, Groröolith) ist ein sehr fein zertheiltes, lockeres Aggregat, welches bei der Analyse neben vorwiegendem Mangandioxyd ergibt  $\text{MnO}$  und 5—14 Proc.  $\text{H}^2\text{O}$ . Als Beimengungen erscheinen oft Brauneisenerz, kohlensaurer Kalk und andere Substanzen.

**Hartmanganerz (Psilomelan)** ist ein Manganmanganit, in welchem oft ein erheblicher Theil des Manganoxyduls durch BaO vertreten wird. Ausserdem ergeben die Analysen kleine Mengen CaO, MgO, CoO, CuO,  $\text{Al}^3\text{O}^3$ ,  $\text{Fe}^3\text{O}^3$  und Alkalien.

**Lithiophorit (Kakochlor)** ist ein Psilomelan, welcher neben  $\text{MnO}^2$  erhebliche Mengen Aluminiumhydroxyd, ferner kleinere Quantitäten Eisenhydroxyd, Kobalt- und Kupferoxyd, endlich Lithion, Kali und Kieselsäure enthält.

**Kobaltmanganerz (Asbolan, schwarzer Erdkobalt)** enthält als Basen CoO und geringe Mengen FeO und CuO, endlich eine beträchtliche Menge Wasser.

**Rabdionit** enthält Fe, Mn, Cu, Co und ziemlich viel Wasser und ist wahrscheinlich ein Gemenge eines manganigsauren Salzes mit Hydroxyden.

**Mangankupfererz (Crednerit)**, ein Mineral, für welches krystallinische Structur angegeben wird, soll eine Verbindung von 2 Mol.  $\text{Mn}^2\text{O}^3$  mit 3 Mol. CuO sein, doch kann man dasselbe auch als ein Manganit von der Formel  $\text{Mn}^{\text{IV}}\text{O}^{12}\text{Cu}^{\text{I}}_6$  auffassen; ausserdem giebt es auch manganreichere und kupferärmere Varietäten, so dass zum Theil wenigstens gewiss mechanische Gemenge vorliegen.

**Kupfermanganerz** ist ein wasserhaltiges manganigsaures Salz des Kupferoxyds und Manganoxyduls.

**Hetairit** soll eine Verbindung von Zinkoxyd und Manganoxyd sein.

**Kupferschwärze** und **Pelokonit** enthalten Eisen-, Kupfer- und Manganhydroxyde.

## VI. Classe.

### Sulfate, Chromate, Molybdate, Wolframate, Uranate.

#### A. Wasserfreie normale schwefelsaure und chromsaure Salze.

##### 1. Gruppe.

α) Rhomboëdrische Reihe:

<b>Glaserit</b> (Aphthalose)	$\text{SO}^4(\text{K}, \text{Na})^2$	Hexag. rhomboëdr.	$\overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{1},2879$
---------------------------------	--------------------------------------	-------------------	---

β) Rhombische Reihe:

<b>Arcanit</b>	$\text{SO}^4(\text{K}, \text{Na})^2$	Rhombisch	$\overset{b}{1},7462 : \overset{a}{1} : \overset{c}{1},3033$
<b>Mascagnin</b>	$\text{SO}^4[\text{NH}_4]^2$	„	$(1,7722 : 1 : 1,2954)$
<b>Thenardit</b>	$\text{SO}^4\text{Na}^2$	„	$(1,7742 : 1 : 1,2492)$

Anmerk. Das reine Kaliumsulfat, welches in der Natur nicht vorkommt, ist, wie Mallard gezeigt hat, dimorph. Mit der hexagonalen Form desselben ist wohl als isomorph zu betrachten die von Scacchi und Bücking gemessene Mischung, welcher nach dem Vorschlage des Letzteren oben der Name „Glaserit“ gegeben ist. Da das Auftreten der rhombischen Form, welche dann als Arcanit zu bezeichnen ist, nicht sicher feststeht und die Messungen vom Rath's an den von ihm hierher gerechneten Krystallen sehr nahe mit denen des gewöhnlichen, aus wässriger Lösung zu erhaltenen reinen Kaliumsulfat übereinstimmen, so sind oben dessen krystallographische Elemente hingesezt, und zwar so, dass die Axe  $a = 1$ , weil hierdurch die grosse Winkelähnlichkeit der hexagonalen Form mit der rhombischen sofort hervortritt. Dasselbe ist geschehen beim Ammoniumsulfat, dessen Elemente sich ebenfalls auf künstliche Krystalle beziehen. Für das Natriumsulfat (Elemente ebenfalls nach den besser messbaren künstlichen Krystallen) ist die von Rammelsberg vorgeschlagene Stellung gewählt, nur mit dem Unterschiede, dass Axe  $b$  von der abgeleiteten Pyramide  $s$  entlehnt, daher dreimal so gross angenommen wurde, wodurch die Isomorphie mit dem Kaliumsalz ersichtlich wird.

**Tarapacait** wurde von Raimondi das im Natronsalpeter von Chile als Beimengung vorkommende neutrale chromsaure Kalium genannt, dessen künstliche Krystalle mit dem rhombischen Kaliumsulfat isomorph sind.

**Misenit** ist wahrscheinlich dischwefelsaures Kalium.

##### 2. Gruppe.

<b>Glauberit</b>	$\text{SO}^4\text{Na}^2 \cdot \text{SO}^4\text{Ca}$	Monosymmetrisch	$\overset{a}{1},2209 : \overset{b}{1} : \overset{c}{1},0270$	$112^\circ 10\frac{1}{2}'$
------------------	---	-----------------	--	----------------------------

Anmerk. Der Glauberit ist eine eigentliche Molekülverbindung der beiden Sulfate, denn er zerfällt im Wasser zu Gyps und schwefelsaurem Natrium.



## 3. Gruppe.

## α) Rhombische Reihe:

<b>Anhydrit</b>	$\text{SO}^4\text{Ca}$	Rhombisch	$0,8932 : 1 : 1,0008$
<b>Baryt</b>	$\text{SO}^4\text{Ba}$	"	$0,8152 : 1 : 1,3136$
(Schwerspath)			
<b>Barytocölestin</b>	$\text{SO}^4(\text{Sr}, \text{Ba})$	"	$0,7666 : 1 : 1,2534$
<b>Cölestin</b>	$\text{SO}^4\text{Sr}$	"	$0,7789 : 1 : 1,2800$
<b>Anglesit</b>	$\text{SO}^4\text{Pb}$	"	$0,7852 : 1 : 1,2894$
(Vitriolbleiers)			

## β) Monosymmetrische Reihe:

<b>Krokoit</b>	$\text{CrO}^4\text{Pb}$	Monosymmetrisch	$0,9603 : 1 : 0,9171$	$102^\circ 33'$
(Rothbleiers)				

Anmerk. Für den Baryt, Cölestin u. s. w. ist hier diejenige Stellung gewählt, in welcher die Ebene vollkommenster Spaltbarkeit Basis  $\text{oP} = \{001\}$  wird und das Spaltungsprisma das Zeichen  $\text{oP} = \{110\}$  erhält; die beiden häufigsten domatischen Formen sind dann  $\frac{1}{2}\text{P}\infty = \{102\}$  und  $\tilde{\text{P}}\infty = \{011\}$ . Dieselbe Stellung ist auch dem Barytocölestin gegeben, dessen aus den Messungen von Neminar berechnetes Axenverhältniss nicht zwischen denen von Baryt und Cölestin liegt. Dass auch der Anhydrit mit den übrigen Gliedern der Gruppe isomorph ist, beweist der Umstand, dass in manchen Cölestinen ein Theil des Strontium durch Calcium ersetzt ist. Entsprechend der auch in anderen Gruppen erkennbaren grösseren Verschiedenheit der Salze des Calcium von denen des Baryum, Strontium und Blei, entfernen sich die Elemente und die Ausbildung der Anhydritkrystalle ziemlich beträchtlich von denen der anderen isomorphen Sulfate dieser Gruppe; indessen sind doch auch Anhydrite von typischem Barythabitus vorgekommen, und wenn genaue Messungen dieser vorlägen, würde man wohl zur Wahl einer Grundform gelangen, welche die Isomorphie des Anhydrit mit dem Baryt noch deutlicher erkennen liesse (die Axen c beider verhalten sich nahe  $= 3:4$ ), als es das oben angenommene Hessenberg'sche Axenverhältniss des ersteren gestattet. In neuester Zeit hat Michel  $\text{SeO}^4\text{Ca}$  in Krystallen erhalten, welche, wie Anhydrit, nach den drei Pinakoiden spalten, ausserdem aber auch nach einem dem des Baryt ähnlichen Prisma von  $79^\circ 55'$ , und giebt an, dass der Anhydrit ein entsprechendes Prisma von  $79^\circ 52'$  besitze. Ein solches befindet sich jedoch nicht unter den von Hessenberg beobachteten Formen, daher zur Vergleichung dieser beiden Calciumsalze mit den übrigen Gliedern dieser Gruppe noch weitere Untersuchungen erforderlich sind.

Der **Kalkbaryt** soll eine isomorphe Mischung von Baryt und Anhydrit sein, wie eine solche vielleicht auch in dem sogenannten **Dreelit**, der im Wesentlichen die Eigenschaften eines unreinen Baryts besitzt, vorliegt.

**Selenbleispath**  $\text{SeO}^4\text{Pb}$  ist wahrscheinlich isomorph mit Anglesit, jedoch nur derb beobachtet.

**Zinkosit** soll  $\text{SO}^4\text{Zn}$  und ebenfalls dieser isomorphen Gruppe angehörig sein, während **Jossait** aus Zink- und Bleichromat bestehend angegeben wird.

**Hydrocyanit**  $\text{SO}^4\text{Cu}$  hat nach Scacchi eine prismatische Form mit Winkeln, ähnlich denen des Anglesit.

Während die chromsauren Salze der einwerthigen Metalle ausnahmslos mit den analogen schwefelsauren Salzen isomorph sind, krystallisirt das Bleichromat ganz abweichend vom Bleisulfat. Diese auffallende Thatsache erklärt sich wahrscheinlich durch die Dimorphie des ersteren Salzes; es hat nämlich Bourgeois vor Kurzem  $\text{CrO}^4\text{Ba}$  in rhombischen und mit dem Baryt vollkommen isomorphen Krystallen künstlich dargestellt, daher die Existenz der gleichen Form unzweifelhaft auch für  $\text{CrO}^4\text{Pb}$  anzunehmen ist.

**Sardinian Breithaupt's** ist  $\text{SO}^4\text{Pb}$  in monosymmetrischer Form, von welcher jedoch noch weitere Untersuchung erforderlich ist, um zu entscheiden, ob dieselbe derjenigen des Krokoit entspricht.

## B. Wasserfreie molybdänsaure, wolframsaure und uransaure Salze.

### 1. Gruppe. (Molybdänsaure und wolframsaure Salze.)

#### a) Tetragonale Reihe:

<b>Molybdänbleispath</b> (Wulfenit, Gelbbleiers)	Mo O <sup>4</sup> Pb	Tetragonal pyram. hemiëdr.	$\frac{a}{b} : \frac{c}{d}$ 1 : 1,5777
<b>Scheelit</b>	W O <sup>4</sup> Ca	" " "	1 : 1,537
<b>Cuproscheelit</b>	W O <sup>4</sup> (Ca, Cu)	" " "	?
<b>Reinit</b>	W O <sup>4</sup> Fe	" " "	1 : 1,28 approx.
<b>Scheelbleispath</b> (Stolmit)	W O <sup>4</sup> Pb	" " "	1 : 1,567

#### β) Monosymmetrische Reihe:

<b>Hübnerit</b>	W O <sup>4</sup> Mn	Monosymm.	$\frac{a}{b} : \frac{c}{d}$ (0,8315 : 1 : 0,8651 90° 20')
<b>Wolframit</b>	W O <sup>4</sup> (Mn, Fe)	"	(0,8245 : 1 : 0,8604 " )
<b>Ferberit</b>	W O <sup>4</sup> Fe	"	(0,8229 : 1 : 0,8463 " )

Anmerk. Von dem Reinit liegen bisher nur approximative Messungen an einem grossen, aber unvollkommen ausgebildeten Krystalle vor; es kann jedoch kaum einem Zweifel unterliegen, dass das genannte Mineral mit den übrigen Gliedern dieser Gruppe isomorph sei.

Im Molybdänbleispath wird zuweilen etwas Pb durch Ca ersetzt und dadurch der Werth der Hauptaxe etwas verringert.

Die rothe Färbung gewisser Wulfenite scheint nicht mit einem, allerdings zuweilen vorkommenden, Chromgehalte zusammenzuhängen, da lebhaft rothgefärbte Varietäten zuweilen keine Spur von Chrom enthalten.

**Eosit**, tetrag.  $a : c = 1 : 1,376$ , besteht aus molybdänsaurem und vanadinsaurem Blei.

**Belonesit** bildet nach A. Scacchi kleine tetragonale Nadeln, welche wahrscheinlich aus molybdänsaurem Magnesium bestehen.

**Pateraft** soll der Hauptsache nach molybdänsaures Kobalt sein, ist aber so mit anderen Mineralien gemengt, dass ein sicherer Schluss auf die Zusammensetzung nicht möglich ist.

Hübnerit und Ferberit, die beiden reinen Salze, welche im Wolframit in isomorpher Mischung erscheinen, finden sich in der Natur nicht in genau messbaren Krystallen, und die künstlichen zeigten zwar in ihren Winkeln grosse Aehnlichkeit mit dem Wolframit, so dass die Isomorphie ausser Frage steht, waren aber nicht flächenreich genug, um die Axenschiefe  $\beta$  zu bestimmen. Da dieselbe jedoch in keinem Falle erheblich von der des Wolframs abweicht, sind die obigen Axenverhältnisse unter Annahme des gleichen Werthes für  $\beta$  aus den Messungen der künstlichen Krystalle berechnet.

Die Existenz eines tetragonal krystallisirenden W O<sup>4</sup> Fe beweist, dass die beiden obigen Reihen zu einander im Verhältniss der Isodimorphie stehen.

### 2. Gruppe. (Uransaure Salze.)

<b>Uranpecherz</b> (Pechblende, Uraninit)	[U O <sup>6</sup> ] <sup>2</sup> (U, Pb) <sup>2</sup>	Regulär
<b>Bröggerit</b>	[U O <sup>6</sup> ] <sup>2</sup> (U, Th, Pb) <sup>2</sup>	"

Anmerk. Wie namentlich Blomstrand gezeigt hat, sind die vorstehenden Mineralien Salze der Uransäure U[OH]<sup>6</sup>, deren Wasserstoff grösstentheils durch vierwerthiges Uran, zum kleineren Theile durch Blei ersetzt ist (das Verhältniss von U:Pb<sup>2</sup> schwankt zwischen den Grenzen 14:1 und 8:1). Im Bröggerit tritt hierzu Thorium und kleinere Mengen Cer- und Yttrium-Metalle.

**Cleveit** enthält noch mehr von den das Uran ersetzenden Bestandtheilen, ist aber so stark zersetzt, dass er eine erhebliche Menge Wasser aufgenommen hat.

Die gewöhnlichen derben Uranpecherze enthalten stets 20 bis 30 Procent fremder Beimengungen.

## C. Ueberbasische und basische Sulfate und Chromate.

### 1. Gruppe.

**Brochantit**  $\text{SO}_4[\text{Cu.OH}]^2 \cdot 2 \text{Cu}[\text{OH}]^2$  Rhombisch  $0,7803^a : 1^b : 0,4838^c$

Anmerk. Dieses Salz, welches bei  $230^\circ$  noch kein Wasser abgibt und bei weiterem Erhitzen ganz zerfällt (Atanasesco), hat eine gewisse Analogie der Zusammensetzung mit dem überbasischen Kupferchlorid, dem Atakamit, wenn man dessen Formel verdoppelt; es bestehen nämlich beide Verbindungen aus 4 Molekülen  $\text{Cu}[\text{OH}]^2$ , in welchen 2 Moleküle OH ersetzt sind einmal durch den zweiwerthigen Säurerest  $\text{SO}_4$ , das andere Mal durch zwei einwerthige Säurereste Cl. Eine gewisse Aehnlichkeit der beiderlei, dem rhombischen System angehörigen Krystalle lässt sich auch insofern nicht verkennen, als das Verhältniss a : b des Brochantit fast genau gleich c : b des Atakamit ist, und die dritte Axe beider nahezu das einfache Verhältniss 2 : 3 zeigt.

**Linarit**  $\text{SO}_4[(\text{Pb}, \text{Cu})\text{OH}]^2$  Monosymmetrisch  $1,7186^a : 1^b : 0,8272^c$   $102^\circ 33'$   
(Bleilasur)

### 2. Gruppe.

**Lanarkit**  $\text{SO}_4[\text{Pb}^2\text{O}]$  Monosymmetrisch  $0,8681^a : 1^b : 1,3836^c$   $91^\circ 49'$

Anmerk. **Dolerophanit**  $\text{SO}_4[\text{Cu}^2\text{O}]$  ist monosymmetrisch und wahrscheinlich mit Lanarkit isomorph.

**Phönicit**  $[\text{CrO}_4]^2\text{Pb}[\text{Pb}^2\text{O}]$  Krystallform?

**Vauquelinit**  $[\text{CrO}_4]^2(\text{Pb}, \text{Cu})[\text{Pb}^2\text{O}]$  „ ?

Anmerk. Der grösste Theil der früher als Vauquelinit bestimmten Substanzen enthält Phosphorsäure und gehört zum Laxmannit.

Anhangsweise mögen hier noch erwähnt werden:

**Montanit**, basisch tellursaures Wismuth, wahrscheinlich nach der Formel  $[\text{Bi}.2\text{OH}]^2\text{TeO}_4$  zusammengesetzt.

**Ferrotellurit**, wahrscheinlich tellursaures Eisenoxydul.

**Magnolit**, tellursaures Quecksilberoxydul.

### 3. Gruppe.

**Euchlorin**  $[\text{SO}_4]^3\text{Cu}[\text{Cu}^2\text{O}](\text{K}, \text{Na})^2$  Rhombisch  $0,7616^a : 1^b : 1,8755^c$ .

## D. Wasserfreie Verbindungen von Sulfaten und Chloriden.

### 1. Gruppe.

**Sulfohalit**  $3 \text{SO}_4\text{Na}^2 \cdot 2 \text{NaCl}$  Regulär.

### 2. Gruppe.

**Caracolit**  $\text{SO}_4\text{Na}^2 \cdot \text{Pb}[\text{OH}]\text{Cl}$  Rhombisch  $0,5843^a : 1^b : 0,4213^c$ .

Anmerk. **Connellit** (hexagonal) ist wahrscheinlich ein basisches Kupfersulfat mit Kupferchlorid verbunden.

## E. Wasserfreie Verbindungen von Sulfaten und Carbonaten.

### 1. Gruppe.

**Hanksit**  $4\text{SO}^4\text{Na}^2 \cdot \text{CO}^2\text{Na}^2$  Hexagonal  $\overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{1,014}$ .

### 2. Gruppe.

**Caledonit**  $[\text{SO}^4][\text{CO}^2](\text{Pb}, \text{Cu})^2$  Monosymm.  $1,0896 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{1,5773} \quad 90^\circ \overset{\beta}{38}'$

Anmerk. Die Zusammensetzung dieses Minerals ist wohl so aufzufassen (und in ähnlicher Weise auch die des folgenden), dass jedes Metallatom je eines der Wasserstoffatome beider Säuren ersetzt.

### 3. Gruppe.

**Leadhillit**  $[\text{SO}^4][\text{CO}^2]\text{Pb}^2[\text{Pb} \cdot \text{OH}]^2$  Monosymm.  $1,7476 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{2,2154} \quad 90^\circ \overset{\beta}{12\frac{1}{2}}'$

Anmerk. Die hier gegebene Formel dieses basisch schwefelsauren und kohlensauren Salzes weicht von den bisher dafür aufgestellten ab; dieselbe entspricht jedoch den analytischen Resultaten ebenfalls bis auf einige Zehntel Procent, also fast ebenso gut, wie die früheren, während letztere so complicirt sind, dass ihnen nur ein geringer Grad von Wahrscheinlichkeit zugeschrieben werden kann.

Der als hexagonal angegebene **Susannit** ist höchst wahrscheinlich Nichts anderes, als Leadhillit, welcher durch vielfache lamellare Verwachsung anscheinend optisch einaxige Krystalle bildet.

## F. Wasserhaltige schwefelsaure und uransaure Salze je eines Metalles.

### 1. Gruppe. (Alkalisulfate.)

**Guanovulit**  $3[\text{SO}^4]^2(\text{K}, \text{NH}^4)^2\text{H} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  Krystallform?

**Lecontit**  $\text{SO}^4(\text{Na}, \text{NH}^4, \text{K})^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch  $0,7926 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{1,5477}$

**Glaubersalz**  $\text{SO}^4\text{Na}^2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  Monosymm.  $1,1161 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{1,2382} \quad 107^\circ \overset{\beta}{45}'$   
(Mirabilit, Exanthalit)

### 2. Gruppe. (Normale Sulfate zweiwerthiger Metalle.)

**Gyps**  $\text{SO}^4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monosymmetrisch  $0,6896 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,4133} \quad 98^\circ \overset{\beta}{58}'$

Anmerk. Axenverhältniss bei gewöhnlicher Temperatur nach Beckenkamp.

### 3. Gruppe. (Forts.)

**Kieserit**  $\text{SO}^4\text{Mg} \cdot \text{H}_2\text{O}$  Monosymmetrisch  $0,9147 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{1,7445} \quad 91^\circ \overset{\beta}{7}'$

**Szmikit**  $\text{SO}^4\text{Mn} \cdot \text{H}_2\text{O}$  ? ?

### 4. Gruppe. (Forts.)

a) Rhombische Reihe:

**Bittersalz**  $\text{SO}^4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch  $(0,9901 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,5709})$

(Epsomit)

**Zinkvitriol**  $\text{SO}^4\text{Zn} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  „  $(0,9804 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,5631})$

(Goslarit)

**Nickelvitriol**  $\text{SO}^4\text{Ni} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  „  $(0,9815 : \overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,5656})$

## β) Monosymmetrische Reihe:

<b>Mallardit</b>	$\text{SO}^4\text{Mn} \cdot 7\text{H}^2\text{O}$	Monosymm.	
<b>Luckit</b>	$\text{SO}^4(\text{Fe}, \text{Mn}) \cdot 7\text{H}^2\text{O}$	"	
<b>Eisenvitriol</b> (Melanterit)	$\text{SO}^4\text{Fe} \cdot 7\text{H}^2\text{O}$	"	( $1,1828 : 1 : 1,5427$ $104^\circ 15\frac{1}{2}'$ )
<b>Pisanit</b>	$\text{SO}^4(\text{Fe}, \text{Cu}) \cdot 7\text{H}^2\text{O}$	"	Isomorph mit vor.
<b>Cupromagnetit</b>	$\text{SO}^4(\text{Cu}, \text{Mg}) \cdot 7\text{H}^2\text{O}$	"	" " "
<b>Kobaltvitriol</b>	$\text{SO}^4\text{Co} \cdot 7\text{H}^2\text{O}$	"	( $1,1835 : 1 : 1,4973$ $104^\circ 55'$ )

Anmerk. Dass die Glieder dieser beiden Reihen zu einander im Verhältniss der Isodimorphie stehen, wird nicht nur durch die Existenz einer zweiten monosymmetrischen Form des Bittersalzes, sondern auch dadurch bewiesen, dass sich das letztere mit Eisenvitriol in den mannigfachsten Verhältnissen zu isomorphen Mischungen verbindet, welche bei vorherrschendem Magnesiumgehalt die Form des Bittersalzes, bei überwiegendem Eisengehalt die des Melanterit besitzen. Auch in der Natur kommen solche Mischungen vor; so enthält z. B. der Melanterit von Idria  $4\frac{1}{2}$  Proc. MgO, ist daher  $\text{SO}^4(\text{Fe}, \text{Mg}) \cdot 7\text{H}^2\text{O}$  und krystallisirt mit dem folgenden Axenverhältniss, etwas abweichend von reinem Eisenvitriol:  $a : b : c = 1,1803 : 1 : 1,5420$ ,  $\beta = 104^\circ 23\frac{1}{2}'$ .

Der Fauserit, welcher in seiner Form vollständig mit dem Bittersalz übereinstimmt, ist jedenfalls  $\text{SO}^4(\text{Mn}, \text{Mg}) \cdot 7\text{H}^2\text{O}$ , womit die Analyse Mollnar's übereinstimmt bis auf den Wassergehalt, welcher (wohl in Folge angehender Verwitterung) zu niedrig gefunden wurde.

Als Tauriscit hat man rhombisch krystallisirenden Eisenvitriol mit  $7\text{H}^2\text{O}$  angegeben.

## 5. Gruppe. (Forts.)

<b>Kupfervitriol</b>	$\text{SO}^4\text{Cu} \cdot 5\text{H}^2\text{O}$	Asymm.	( $0,5656 : 1 : 0,5499$ $97^\circ 39$ $106^\circ 49'$ $77^\circ 37'$ )
----------------------	--	--------	--

Anmerk. In isomorpher Mischung mit Eisenvitriol und Bittersalz krystallisirt der Kupfervitriol mit 7 Molekülen Wasser monosymmetrisch als Pisanit resp. Cupromagnetit (siehe vorige Gruppe). Den Manganvitriol erhält man aus wässriger Lösung ebenfalls leicht in Krystallen mit 5 Molekülen  $\text{H}^2\text{O}$ , und diese sind asymmetrisch und vollkommen isomorph mit Kupfervitriol, so dass also in diesen Sulfaten nicht nur Mg, Zn, Fe, Mn und Co, sondern auch das sonst ferner stehende Cu einander isomorph vertreten können.

Ilesit soll  $\text{SO}^4(\text{Mn}, \text{Zn}, \text{Fe}) \cdot 4\text{H}^2\text{O}$  sein (vielleicht  $\text{SO}^4\text{Mn} \cdot 5\text{H}^2\text{O}$ , d. i. Manganvitriol, welcher einen Theil seines Wassers durch Verwitterung verloren hat?).

## 6. Gruppe. (Basische, resp. überbasische Sulfate zweierwerthiger Metalle.)

<b>Langit</b>	$\text{SO}^4[\text{Cu} \cdot \text{OH}]^2 \cdot 2\text{Cu}[\text{OH}]^2 \cdot \text{H}^2\text{O}$	Rhombisch	( $0,5347 : 1 : 0,3393$ $\beta$ )
<b>Herrngrundit</b> (Urvölgit)	$2\text{SO}^4[\text{Cu} \cdot \text{OH}]^2 \cdot \text{Ca}[\text{OH}]^2 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$	Monosymm.	( $1,8161 : 1 : 2,8004$ $91^\circ 10'$ )
<b>Arnimit</b>	$2\text{SO}^4[\text{Cu} \cdot \text{OH}]^2 \cdot \text{Cu}[\text{OH}]^2 \cdot 3\text{H}^2\text{O}$	"	(?)

Anmerk. Der Langit unterscheidet sich chemisch vom Brochantit nur durch den Gehalt an Krystallwasser.

Herrngrundit und Arnimit sind nur dadurch verschieden, dass in ersterem eines der fünf Cu-Atome durch Ca ersetzt ist; es muss aber bemerkt werden, dass Berwerth eine weit geringere Kalkmenge fand als Schenck und Winkler, so dass auch Uebergänge zwischen beiden Mineralien existiren dürften. Dass nur die Hälfte des gesammten Wassergehaltes als Krystallwasser zu betrachten ist, folgt aus den Versuchen von Schenck.

Serpierit hat man ein rhombisch krystallisirendes, basisches Sulfat von Kupfer und Zink genannt.

## 7. Gruppe. (Neutrale Sulfate dreierwerthiger Metalle.)

<b>Coquimbite</b>	$[\text{SO}^4]^3(\text{Fe}, \text{Al})^2 \cdot 9\text{H}^2\text{O}$	Hexag. rhomboëdr. hem.	( $1 : 1,5645$ )
<b>Quenstedtite</b>	$[\text{SO}^4]^3\text{Fe}^2 \cdot 10\text{H}^2\text{O}$	Monosymm.	( $0,3942 : 1 : 0,4060$ $102^\circ 2'$ )

<b>Thleit</b>	$[\text{SO}_4]_3\text{Fe}^2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
<b>Keramohalit</b> (Haarsalz)	$[\text{SO}_4]_3\text{Al}^3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	"

Anmerk. **Tekticit** (**Braunsalz**, **Graulit**) ist ein Keramohalit mit circa 5 Proc.  $\text{Fe}^{2+}\text{O}^3$  an Stelle von  $\text{Al}^{3+}\text{O}^3$ .

#### 8. Gruppe. (Basische und überbasische Thonerde- und Eisenoxysulfate.)

<b>Hohmannit</b> (Amaranthit)	$\text{SO}_4\text{Fe}[\text{OH}] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Asymmetrisch	$118^\circ$	$92^\circ$	$91^\circ$	circa
----------------------------------	---	--------------	-------------	------------	------------	-------

Anmerk. Die beiden angeführten Namen beziehen sich auf zwei, kystallographisch nur unvollständig bekannte Substanzen, welche physikalisch äusserst ähnlich sind und deren Zusammensetzung ungefähr obiger einfachen Formel entspricht, daher sie vorläufig hier vereinigt worden sind.

<b>Stypticit</b>	$\text{SO}_4\text{Fe}[\text{OH}] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Monosymmetrisch?
<b>Aluminit</b>	$\text{SO}_4\text{Al}^3[\text{OH}]^4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	"

Anmerk. Die Formel des Aluminit kann auch sein:  $\text{SO}_4[\text{AlO}]^2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . Die gleiche Zusammensetzung, aber nur mit  $2\frac{1}{2}$  bis  $3\text{H}_2\text{O}$ , besitzt der **Werthemannit**. Die Erkennung des Krystallsystems an den mikroskopischen Nadeln des Aluminit auf optischem Wege hat nur bei dem von Halle stattfinden können; die anderen Vorkommen weichen in ihrem mikroskopischen Habitus mehrfach ab.

<b>Raimondit</b>	$[\text{SO}_4]_3\text{Fe}^4[\text{OH}]^6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Hexagonal
<b>Paposit</b>	$[\text{SO}_4]_3\text{Fe}^4[\text{OH}]^6 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
<b>Karphosiderit</b>	$[\text{SO}_4]_4\text{Fe}^6[\text{OH}]^{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Hexag. od. tetragon.
<b>Fibroferrit</b>	$[\text{SO}_4]_3\text{Fe}^6[\text{OH}]^8 \cdot 23\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?

Anmerk. Dieses letztere Mineral ist vielleicht kein selbstständiges, sondern nur zersetzter Stypticit (siehe vorige Gruppe).

<b>Cyprusit</b>	$[\text{SO}_4]_3\text{Al}[\text{FeO}]^7 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Hexag. rhomboëdr.
<b>Copiapit</b> (Misy)	$[\text{SO}_4]_3\text{Fe}^3[\text{Fe} \cdot \text{OH}]^2 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	Monosymmetrisch $0,4791 : 1 : 0,9759$ $108^\circ 4'$

Anmerk. **Apatelit**  $\text{S}^5\text{O}^{24}\text{Fe}^6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ist vielleicht  $[\text{SO}_4]_5[\text{Fe} \cdot \text{OH}]^4[\text{FeO}]^3$  und in diesem Falle würde er kein Krystallwasser enthalten.

<b>Vitriolocker</b> (Glockerit)	$\text{SO}_4\text{Fe}^2[\text{OH}]^4 \cdot 2\text{Fe}[\text{OH}]^3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
<b>Felsöbanyit</b>	$\text{SO}_4\text{Al}^3[\text{OH}]^4 \cdot 2\text{Al}[\text{OH}]^3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch $0,675 : 1 : ?$
<b>Paraluminit</b>	$\text{SO}_4\text{Al}^3[\text{OH}]^4 \cdot 2\text{Al}[\text{OH}]^3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	?

Anmerk. **Utahit**,  $\text{S}^3\text{O}^{23}\text{Fe}^6\text{H}^8$ , kann geschrieben werden:  $[\text{SO}_4]_3[\text{Fe} \cdot \text{OH}]^3 \cdot \text{Fe}^3\text{O}^7\text{H}^8$ . Das Mineral ist hexagonal rhomboëdrisch,  $a:c = 1:1,1889$ . **Alumian** ist ein ähnliches Thon-erdesulfat, **Pissophan** ein jedenfalls inhomogenes, wasserhaltiges Eisenoxysulfat.

#### 9. Gruppe. (Wasserhaltige Uranverbindungen.)

Die Mineralien **Uranvitriol**, **Uranocker**, **Uranblüthe**, **Urangrün**, **Johannit**, **Medjидit** sind wahrscheinlich Verbindungen von Uranoxydsulfaten mit uransauren Salzen des Kupfers, Calciums etc.; jedoch sind die durch die Analyse gefundenen Gewichtsverhältnisse zu schwankend, als dass es möglich wäre, über die chemische Constitution dieser Körper etwas Bestimmtes auszusagen. Für den ebenfalls hierher gehörigen **Uranopilit** wurde die Formel:  $\text{S}^2\text{U}^8\text{O}^{31}\text{Ca} \cdot 25\text{H}_2\text{O}$  gefunden. Ein einfaches uransaures Salz ist der

<b>Uranosphärit</b>	$\text{U}_2\text{O}_7[\text{BiO}]^2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
---------------------	--	---------------

## G. Wasserhaltige schwefelsaure Salze mehrerer Metalle.

### 1. Gruppe. (Neutrale Salze zwei- und einwerthiger Metalle.)

<b>Syngenit</b> (Kalusmit)	$[\text{SO}_4]_2\text{CaK}^2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Monosymmetrisch	$1,3699 : 1 : 0,8738$	$104^\circ 0'$
<b>Wattevillit</b>	$[\text{SO}_4]_2(\text{Ca}, \text{Mg})(\text{Na}, \text{K})^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?		
<b>Kröhnkit</b>	$[\text{SO}_4]_2\text{CuNa}^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Monosymmetrisch	$0,47 : 1 : 0,29$	$116^\circ \text{circa}$
<b>Löweit</b>	$[\text{SO}_4]_2\text{MgNa}^2 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Tetragonal	?	
<b>Blödit</b> (Astrachanit)	$[\text{SO}_4]_2\text{MgNa}^2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Monosymmetrisch	$1,3494 : 1 : 0,6705$	$100^\circ 38'$

Anmerk. **Simonyit** hat dieselbe Zusammensetzung, wie **Blödit**, verhält sich jedoch beim Erhitzen abweichend; bei  $100^\circ$  verliert er so viel Wasser, dass ein Salz von der Zusammensetzung des vorhergehenden Minerals zurückbleibt.

<b>Pikromerit</b> (Schoenit)	$[\text{SO}_4]_2\text{MgK}^2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Monosymm.	$0,7438 : 1 : 0,4861$	$108^\circ 10'$
<b>Cyanochroit</b>	$[\text{SO}_4]_2\text{CuK}^2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	"	$0,7701 : 1 : 0,4932$	$108^\circ 4'$

Anmerk. Die beiden letzten Salze sind die einzigen in der Natur vorkommenden Glieder einer grossen Gruppe isomorpher Doppelsulfate ein- und zweiwerthiger Metalle.

<b>Polyhalit</b>	$[\text{SO}_4]_4\text{Ca}^2\text{MgK}^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
<b>Krugit</b>	$[\text{SO}_4]_6\text{Ca}^4\text{MgK}^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	?

### 2. Gruppe. (Neutrale Salze ein-, zwei- und dreiwerthiger Metalle.)

<b>Kalialaun</b>	$[\text{SO}_4]_2\text{AlK} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Regulär pentag. hem.
<b>Ammoniakalaun</b>	$[\text{SO}_4]_2\text{AlNH}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	" " "

Anmerk. Zu den Alaunen werden gewöhnlich gerechnet eine Anzahl Doppelsulfate des Aluminium mit zweiwerthigen Metallen, welche jedoch nicht regulär, sondern wahrscheinlich monosymmetrisch krystallisiren und nur in faserigen Massen vorkommen; es sind folgende:

**Mendosit (Natronalaun):**  $[\text{SO}_4]_2\text{AlNa} \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ .

**Stüvenit** Darapsky's scheint eine Mischung von  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}^2\text{Na}^2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  und  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}^2\text{Mg} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  zu sein; der **Sesqui-Magnesiaalaun** desselben Autors und der **Pikroalumogen** sind wohl mechanische Gemenge.

**Pickeringit (Magnesiaalaun):**  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}^2\text{Mg} \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ .

**Bojemanit** und **Apjohnit (Manganalaun)**; das Magnesium ist hier grossentheils durch Mangan ersetzt; den Wassergehalt geben die verschiedenen Analysen von 20 bis 26 Molekülen. Uebrigens sind mit vorstehenden Namen auch faserige Sulfate bezeichnet worden, deren Analysen ein etwas abweichendes Verhältniss der Basen zu einander und zu Schwefelsäure ergeben haben.

**Halotrichit (Eisenalaun, Haarsalz zum Theil):**  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}^2\text{Fe} \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ ; ein Theil des Fe kann auch durch Mg u. a. vertreten sein.

**Dietrichit**  $[\text{SO}_4]_4\text{Al}^2(\text{Zn}, \text{Fe}, \text{Mn}) \cdot 22\text{H}_2\text{O}$ .

Der Gehalt an Krystallwasser ist bei allen diesen Verbindungen nicht mit Sicherheit festgestellt.

Dasselbe gilt wohl auch für den **Sonomait**:  $[\text{SO}_4]_6\text{Al}^2\text{Mg}^3 \cdot 33\text{H}_2\text{O}$ . Diesem ähnlich zusammengesetzt ist der wahrscheinlich monosymmetrische **Dumreicherit**, nämlich nach der Formel  $[\text{SO}_4]_7\text{Al}^2\text{Mg}^4 \cdot 36\text{H}_2\text{O}$ .

<b>Römerit</b>	$[\text{SO}_4]_4\text{Fe}^2(\text{Fe}, \text{Zn}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	Asymm.	$0,9682 : 1 : 2,6329$	$116^\circ 2'$	$94^\circ 41'$	$80^\circ 8'$
----------------	---	--------	-----------------------	----------------	----------------	---------------

Anmerk. Die Analyse eines neuen Römeritvorkommens aus Chile ergab  $15\text{H}_2\text{O}$ .

**Gelbeisenerz**  $[\text{SO}_4]^{12}\text{Fe}^8\text{K}^2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  Hexagonal?  
 oder:  $[\text{SO}_4]^{12}\text{Fe}^8\text{Na}^2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  „

### 3. Gruppe. (Basische Salze.)

**Alunit**  $[\text{SO}_4]^{12}[\text{AlO}]^3\text{K} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Hexagonal rhomboëdr.  $\overset{a}{1} : \overset{b}{1}, \overset{c}{2}, \overset{\beta}{2}3$   
 (Alaunstein)  
**Jarosit**  $[\text{SO}_4]^{12}[\text{FeO}]^3\text{K} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  „ „ 1 : 1,250

Anmerk. Es ist nicht sicher anzugeben, ob der Wassergehalt dieser beiden isomorphen Salze als Krystallwasser aufzufassen ist, anderenfalls müssten die Formeln folgendermaassen geschrieben werden:  $[\text{SO}_4]^{12}[\text{Al}(\text{OH})^2]^3\text{K}$ , resp.  $[\text{SO}_4]^{12}[\text{Fe}(\text{OH})^2]^3\text{K}$ .

**Ignatiewit** ist wohl nur ein unreiner Alunit.

**Löwigit** unterscheidet sich von Alunit durch einen Mehrgehalt von  $1\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ .

**Sideronatrit**  $[\text{SO}_4]^{12}[\text{Fe} \cdot \text{OH}]^2\text{Na}^2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  Monosymmetrisch?  
**Urusit**  $[\text{SO}_4]^{12}\text{Fe}[\text{FeO}]\text{Na}^4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Krystallform?

Anmerk. Vielleicht sind diese beiden Mineralien zu vereinigen.

**Plagiocitrit**  $[\text{SO}_4]^{12}(\text{Al}, \text{Fe})^2(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ni}, \text{Co})[\text{OH}]^6(\text{K}, \text{Na}) \cdot 21 \text{H}_2\text{O}$  Krystallform?  
**Ettringit**  $[\text{SO}_4]^{12}\text{Al}^2\text{Ca}^2[\text{OH}]^{12} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$  Hexagonal  
**Klinophäit**  $[\text{SO}_4]^{12}(\text{Fe}, \text{Al})^2(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ni}, \text{Co})[\text{OH}]^6(\text{K}, \text{Na})^2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  Monosymmetrisch?  
**Botryogen**  $[\text{SO}_4]^{12}[\text{Fe} \cdot \text{OH}]^4(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca})^5 \cdot 36 \text{H}_2\text{O}$  Monosymm.  $\overset{a}{0}, \overset{b}{6}52 : \overset{c}{1} : \overset{\beta}{0}, \overset{\gamma}{7}99 \quad 117^\circ 34'$   
**Voltait**  $[\text{SO}_4]^{10}(\text{Fe}, \text{Al})^4[\text{OH}]^2(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{K}^2, \text{Na}^2)^5 \cdot 14 \text{H}_2\text{O}$  Tetragonal  $\overset{a}{1} : \overset{b}{1} \text{ circa}$   
**Metavoltin**  $[\text{SO}_4]^{12}\text{Fe}^6[\text{OH}]^4(\text{K}^2, \text{Na}^2, \text{Fe})^5 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$  Hexagonal

Anmerk. In diese Gruppe dürfte auch der **Klinocrocoit** gehören, ein wasserhaltiges Sulfat von Al, Fe, K, Na.

### 4. Gruppe. (Ueberbasische Salze.)

**Zinkaluminit**  $\text{SO}_4[\text{Al} \cdot \text{OH}] \cdot [\text{AlO}_3]^2\text{Zn}^3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$  Hexagonal  
**Lettsomit**  $[\text{SO}_4]^{12}\text{Cu}^2\text{Al}^2[\text{OH}]^4 \cdot [\text{AlO}_3]^2\text{Cu}^3 \cdot 5 \text{Cu}[\text{OH}]^2 \cdot 13 \text{H}_2\text{O}$  Rhombisch  
 (Cyanotrichit)  
**Woodwardit**  $[\text{SO}_4]^{12}\text{Cu}^2\text{Al}^2[\text{OH}]^4 \cdot [\text{AlO}_3]^4\text{Cu}^6 \cdot 3 \text{Cu}[\text{OH}]^2 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$  ?

Anmerk. Die Formeln dieser drei Mineralien, in welchen ein Theil der Thonerde als Säure angenommen ist, können nur als vorläufiger Ausdruck der bisherigen Analysen gelten, und bedarf jedenfalls diese Gruppe noch weiterer Untersuchungen.

## H. Wasserhaltige Verbindungen von Sulfaten und Chloriden.

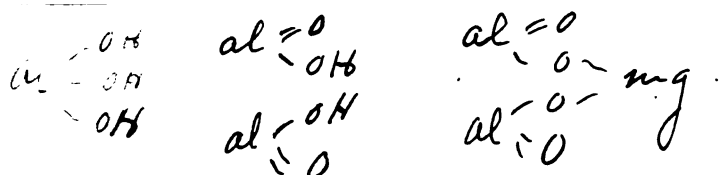
### 1. Gruppe.

**Kainit**  $\text{SO}_4\text{Mg} \cdot \text{KCl} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Monosymmetrisch  $\overset{a}{1}, \overset{b}{2}186 : \overset{c}{1} : \overset{\beta}{0}, \overset{\gamma}{5}863 \quad 94^\circ 54'$

Anmerk. Dieses Salz wird durch Wasser zersetzt; die Lösung verhält sich so, wie sich eine vermischte Lösung von Bittersalz und Chlorkalium verhalten würde, d. h. es bildet sich zugleich schwefelsaures Kalium und Chlormagnesium und das erstere verbindet sich mit Bittersalz zu Pikromerit, welcher beim Verdunsten zuerst auskrystallisirt.

**Chlorotitionit** Scacchi's vom Vesuv enthält Schwefelsäure, Chlor, Kupfer und Kalium.





## VII. Classe.

748/295

### Borate, Aluminate, Ferrate. Arsenite, Antimonite.

#### A. Wasserfreie Aluminate, Borate u. s. w.

##### 1. Gruppe. (Salze der Säure $\text{AlO.OH}$ etc. mit zweiwerthigen Metallen.)

###### a) Reguläre Reihe.

<b>Spinell</b>	$[\text{Al O}^2]^2 \text{Mg}$	Regulär holoëdrisch	0	0	20	3	50 $\frac{1}{3}$
<b>Eisenspinell</b> (Pleonast, Ceylanit)	$[(\text{Al, Fe}) \text{O}^2]^2 (\text{Mg, Fe})$	" "					
<b>Hercynit</b>	$[\text{Al O}^2]^2 \text{Fe}$	" "					
<b>Chromspinell</b> (Picotit)	$[(\text{Al, Cr, Fe}) \text{O}^2]^2 (\text{Fe, Mg})$	" "					
<b>Zinkspinell</b> (Gahnit, Automolit)	$[(\text{Al, Fe}) \text{O}^2]^2 \text{Zn}$	" "					
	oder: $[\text{Al O}^2]^2 (\text{Zn, Fe})$	" "					
<b>Dysluit</b>	$[(\text{Al, Fe}) \text{O}^2]^2 (\text{Zn, Mn})$	" "					
<b>Franklinit</b>	$[\text{Fe O}^2]^2 (\text{Fe, Mn, Zn})$	" "					
<b>Chromeisenerz</b> (Chromit)	$[(\text{Cr, Fe}) \text{O}^2]^2 (\text{Fe, Cr})$	" "					
<b>Manganspinell</b>	$[(\text{Fe, Mn}) \text{O}^2]^2 (\text{Mn, Mg})$	" "					
<b>Jacobsit</b>	$[(\text{Fe, Mn}) \text{O}^2]^2 \text{Mn}$	" "					
<b>Manganomagnetit</b>	$[(\text{Fe, Mn}) \text{O}^2]^2 (\text{Mn, Fe})$	" "					
<b>Magnesioferrit</b> (Magnoferrit)	$[\text{Fe O}^2]^2 \text{Mg}$	" "					
<b>Magneteisenerz</b> (Magnetit)	$[\text{Fe O}^2]^2 \text{Fe}$	" "					
	oder: $[(\text{Fe, Ti}) \text{O}^2]^2 \text{Fe}$	" "					

###### ß) Rhombische Reihe.

<b>Chrysoberyll</b> (Alexandrit)	$[\text{Al O}^2]^2 \text{Be}$	Rhombisch	$0,4700 : 1 : 0,5800$
-------------------------------------	-------------------------------	-----------	-----------------------

Anmerk. Ein den Aluminaten der zweiwerthigen Metalle entsprechendes borsaures Salz existirt in der Natur nicht. Um so vollständiger ist in der regulären Form die Reihe der Aluminate und der ihnen analog zusammengesetzten Ferrate vertreten; dieselbe enthält, grossen-

theils allerdings nicht isolirt, sondern in isomorphen Mischungen, die folgenden Salze:  $[\text{AlO}^2]^3\text{Mg}$ ,  $[\text{AlO}^2]^3\text{Fe}$ ,  $[\text{AlO}^2]^3\text{Zn}$ ,  $[\text{FeO}^2]^3\text{Mg}$ ,  $[\text{FeO}^2]^3\text{Zn}$ ,  $[\text{FeO}^2]^3\text{Mn}$ ,  $[\text{FeO}^2]^3\text{Fe}$ ,  $[\text{CrO}^2]^3\text{Fe}$ ; endlich ist im titanhaltigen Magneteisenerz noch ein Theil des Eisenoxys durch Titanoxys ersetzt (so hat z. B. das krystallisirte Magneteisenerz von Meiches die Formel  $[(\text{Fe}^{\frac{1}{2}}, \text{Ti}^{\frac{1}{2}})\text{O}^2]^3\text{Fe}$ ; vergl. übrigens Titaneisenerz Anmerk. S. 40). **Mangan-Magnesia-Magnetit** Chester's enthält einige Procent Mn und 7 Proc. Mg O.

Hercynit kommt nur in sehr unreinem Zustande vor, so dass nicht festzustellen ist, ob er das reine Eisenoxydaluminat oder eine isomorphe Mischung darstellt.

Von der zweiten, rhombischen Reihe dieser Gruppe ist ausser dem Chrysoberyll nur das entsprechend zusammengesetzte Chromit  $[\text{CrO}^2]^3\text{Be}$ , von Ebelmen dargestellt, bekannt.

## 2. Gruppe. (Basische und überbasische borsäure Salze zweierthiger Metalle.)

**Hambergit**  $\text{BO}^3\text{Be}[\text{Be.OH}]$  Rhombisch  $0,7988 : 1 : 0,7267$

Anmerk. Dieses interessante, von Brögger entdeckte Mineral ist wohl sicher als ein Salz der normalen Borsäure  $\text{B}[\text{OH}]^3$  zu betrachten, in welcher 2H durch Be, das dritte durch die einwerthige Gruppe Be.OH ersetzt sind.

**Ludwigit**  $[\text{FeO}^2][\text{BO}^2]\text{Mg}^2\text{O}$  Rhombisch  $0,988 : 1 : ?$

Anmerk. Dieses Mineral bildet gleichsam ein Mittelglied zwischen den Ferraten und Boraten, indem es die Radicale der Säuren beider, verbunden durch die zweierthige Gruppe -Mg-O-Mg-, in welcher ein Theil des Mg durch Fe vertreten ist, enthält. Der Prismenwinkel desselben stimmt nach Mallard überein mit dem einer von Ebelmen dargestellten Substanz, deren Formel eine sehr ähnliche ist, nämlich  $\text{B}^4\text{Fe}^6\text{O}^{16}\text{Mg}^6$ , daher Ersterer annimmt, dass die Abweichung der Formel des Minerals von einer Beimengung von Magnetit herrühre.

**Sussexit**  $[\text{BO}^2](\text{Mn}, \text{Mg}, \text{Zn}).\text{OH}$  Krystallform?

**Boromagnesit**  $4[\text{BO}^2]\text{Mg}.\text{OH}.\text{Mg}[\text{OH}]^3$  „  
(Ssaibelyit)

## 3. Gruppe. (Basische, dreierthige Metalle enthaltende Borate.)

**Jeremejewit**  $\text{BO}^2[\text{AlO}]$  Hexagonal  $1 : 0,6836$

Anmerk. Die Krystalle bestehen aus einer optisch einaxigen Hülle und einem zweiaxigen, aus rhombischen Drillingen zusammengesetzten Kern, welchen Websky mit dem besonderen Namen „Eichwaldit“ belegte. Wenn, wie wahrscheinlich, beide gleiche Zusammensetzung haben, so sind wohl Jeremejewit und Eichwaldit nur in dem Sinne dimorph, dass der erstere aus sehr dünnen Lamellen des zweiten aufgebaut ist.

**Rhodisit**  $[\text{BO}^2]^3[\text{AlO}]^3\text{K}$  Pseudoregulär

Anmerk. Dieses seltene Mineral, welches man seiner Krystallform wegen früher für ähnlich zusammengesetzt, wie den Boracit, hielt, ergab Damour die obige Formel unter der Annahme, dass die gefundenen 3 Proc. Glühverlust aus Borsäure bestanden (derselbe könnte auch z. Th. F oder OH sein). Die anscheinend reguläre Combination von Dodekaëder und Tetraëder ist nach Bertrand in ähnlicher Weise zusammengesetzt, wie beim Boracit, die optischen Eigenschaften der Theilkrystalle sind aber andere, als bei letzterwähntem Mineral.

## 4. Gruppe.

**Boracit**  $\text{B}^{16}\text{O}^{30}\text{Cl}^2\text{Mg}^7$  dimorph  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Rhombisch} \\ \text{Regulär tetr. hemiëdr.} \end{array} \right.$

Anmerk. Der Boracit ist keine Molekularverbindung von borsäurem Magnesium mit Chlormagnesium (denn sonst müsste Wasser das letztere lösen und die Verbindung zerstören),

$$000, 100, \frac{0}{1}, -\frac{0}{1}, \frac{202}{2}, \frac{50\sqrt{2}}{2}$$

sondern ein Salz der Säure  $\text{HO}-\text{B}=\text{O}^2=\text{B}-\text{OH}$ , von welcher 8 Moleküle dadurch verbunden sind, dass je ein Wasserstoff zweier benachbarter durch Mg und die beiden übrig bleibenden Hydroxyle durch Cl ersetzt sind. Das Chlor ist somit, wie es nach dem Verhalten des Minerals nicht anders sein kann, nicht an Magnesium, sondern an Bor gebunden.

**Eisenboracit** hat man eine grün gefärbte Varietät genannt, in welcher ein Theil der Magnesia durch Eisenoxydul vertreten ist.

Die anscheinend regulären Krystalle sind aus rhombischen Theilkrystallen zusammengesetzt, verwandeln sich aber, wie Mallard gezeigt hat, bei  $265^\circ$  in die zweite reguläre Modification, indem sie einfach brechend werden.

## B. Wasserhaltige borsaure Salze.

### 1. Gruppe. (Salze der Säure $\text{BO} \cdot \text{OH}$ .)

<b>Pinnoit</b>	$[\text{BO}^2]^2 \text{Mg} \cdot 3 \text{H}^2 \text{O}$	Tetrag. pyram. hem.	$\overset{a}{1} : \overset{b}{0},7609$
<b>Lagonit</b>	$[\text{BO}^2]^2 \text{Fe} \cdot 1\frac{1}{2} \text{H}^2 \text{O}$	Krystallform?	

### 2. Gruppe. (Salze zusammengesetzter Borsäuren.)

<b>Borax</b> (Tinkal)	$\text{B}^4 \text{O}^7 \text{Na}^2 \cdot 10 \text{H}^2 \text{O}$	Monosymmetrisch	$\overset{a}{1},0997 : \overset{b}{1} : \overset{c}{0},5394$	$106^\circ 35'$
<b>Borocalcit</b> (Bechilit)	$\text{B}^4 \text{O}^7 \text{Ca} \cdot 4 \text{H}^2 \text{O}$	Krystallform?		
<b>Boronatrocaltit</b> (Ulexit)	$\text{B}^5 \text{O}^9 \text{Ca Na} \cdot 6 \text{H}^2 \text{O}$	"		
<b>Pandermit</b> (Priceit)	$\text{B}^6 \text{O}^{11} \text{Ca}^2 \cdot 3 \text{H}^2 \text{O}$	"		
<b>Colemanit</b>	$\text{B}^6 \text{O}^{11} \text{Ca}^2 \cdot 5 \text{H}^2 \text{O}$	Monosymmetrisch	$0,7769 : 1 : 0,5416$	$110^\circ 17'$
<b>Franklandit</b>	$\text{B}^6 \text{O}^{11} \text{Ca Na}^2 \cdot 7 \text{H}^2 \text{O}$	Krystallform?		
<b>Hydroboracit</b>	$\text{B}^6 \text{O}^{11} \text{Ca Mg} \cdot 6 \text{H}^2 \text{O}$	"		
<b>Larderellit</b>	$\text{B}^8 \text{O}^{13} [\text{NH}^4]^2 \cdot 4 \text{H}^2 \text{O}$	"		

Anmerk. Zu vorstehenden Formeln muss bemerkt werden, dass sie sich z. Th. einfacher gestalten würden, wenn man nur einen Theil des Wassers als Krystallwasser betrachten und diese Salze als Verbindungen von Boraten mit freier Borsäure betrachten würde. Für eine derartige Auffassung fehlen aber noch die experimentellen Unterlagen, ja selbst die empirischen Formeln vorstehender Verbindungen sind noch nicht alle als sichergestellt zu betrachten. Namentlich gilt letzteres vom Pandermit (Priceit), dessen Analysen Werthe zwischen der einfachen Formel  $[\text{BO}^2] \text{Ca} \cdot 2 \text{H}^2 \text{O}$  und der obigen ergaben, und vom Boronatrocaltit, für welchen auf Grund einer directen Borbestimmung neuerdings Rammelsberg die allerdings wenig einfache Formel  $\text{B}^{18} \text{O}^{38} \text{Ca}^4 \text{Na}^4 \cdot 27 \text{H}^2 \text{O}$  aufgestellt hat, während die oben angegebene von Whitfield gefunden wurde (die älteren Analysen weichen von diesen nur im Wassergehalt ab, welcher meist höher gefunden wurde).

**Hayesin** (Borocalcit von Iquique) ist wahrscheinlich Boronatrocaltit, in welchem man das Natrium als von einer Beimengung herrührend ansah. Ebenso ist der **Kryptomorphit** wohl nur durch mechanische Beimengung eines Sulfates vom Boronatrocaltit verschieden.

### C. Arsenigsaure und antimonigsaure Salze.

1. Gruppe. Hierher gehören folgende, ihrer chemischen Zusammensetzung nach noch nicht vollkommen festgestellte Substanzen.

**Trippkeit**, wasserfreies arsenigsaures Kupfer                      Tetragonal                       $\begin{smallmatrix} a & : & c \\ 1 & : & 0,9160 \end{smallmatrix}$

**Romeit**, wahrscheinlich antimonigsaures Calcium  $Sb^2O^4Ca$                       "                       $1 : 1,029$

Ein arsenigsaures Kobalt ist früher einmal von Beudant untersucht worden.

**Trombolith** ist wasserhaltiges antimonigsaures Kupfer, annähernd  $Sb^2O^6Cu^3.6H^2O$ .

**Corongit**, wasserhaltiges antimonigsaures Blei und Silber, und **Partzit**, ebenfalls wasserhaltiges antimonigsaures Kupfer, Blei und Silber, sind vielleicht Gemenge der Oxyde mit Antimonocker.

2. Gruppe.

**Nadorit**                       $SbO^2[PbCl]$                       Rhombisch                       $\begin{smallmatrix} a & : & b & : & c \\ 0,4365 & : & 1 & : & 0,3896 \end{smallmatrix}$

Anmerk. Dieses Mineral ist ein Salz der antimonigen Säure  $SbO.OH$ , in welcher das Wasserstoffatom durch die einwerthige Gruppe  $PbCl$  (analog der Vertretung von H durch  $AlO$  in basischen Salzen; siehe auch Anmerk. zum Apatit) ersetzt ist.

**Ekdemit** (= **Heliophyllit**) ist nach Hamberg's neuester Untersuchung ungefähr nach der empirischen Formel  $As^4O^{15}Cl^8Pb^{18}$  zusammengesetzt und wahrscheinlich rhombisch krystallisirend mit lamellarem Aufbau zu pseudotetragonalen Krystallen. Eine analoge Verbindung der antimonigen Säure ist von Flink **Ochrolith** genannt worden.

## VIII. Classe.

### Phosphate, Arseniate, Antimoniate, Vanadate, Niobate, Tantalate.

#### A. Saure und normale wasserfreie Salze.

##### a) Salze der Orthophosphorsäure etc.

##### 1. Gruppe.

**Monetit**  $\text{PO}_4\text{CaH}$  Asymmetrisch?

Anmerk. Diesem Guanomineral steht sehr nahe der sogenannte **Pyrophosphorit**, welcher jedoch beim Glühen kein Wasser giebt und einige Procent Magnesia enthält; wahrscheinlich ist derselbe keine einheitliche Substanz. Dasselbe gilt für den **Osteolith**, ein erdiges Zersetzungsprodukt des Apatits mit mannigfachen Beimengungen, in dem als Hauptbestandtheil wohl das normale Calciumphosphat  $[\text{PO}_4]^2\text{Ca}^3$  anzunehmen ist, welches man bisher in der Natur noch nicht in reinem Zustande kennt; würde dasselbe regulär krystallisirt aufgefunden, so wäre es zur folgenden Gruppe zu stellen.

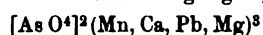
##### 2. Gruppe.

**Berzeliit**  $[\text{AsO}_4]^2(\text{Ca, Mg, Mn, Na})^3$  Regulär

**Monimolit**  $[\text{SbO}_4]^2(\text{Pb, Fe, Mn})^3$  „

Anmerk. Der Berzeliit scheint eine zweite, wahrscheinlich rhombische Form zu besitzen, welche z. Th. für sich (Nordmark), z. Th., in Folge theilweiser Umlagerung des gewöhnlichen Berzeliit, mit diesem gemengt vorkommt.

**Karyinit** ist ein, nach den optischen Eigenschaften wahrscheinlich monosymmetrisches Mineral, welches, abgesehen von seinen Verunreinigungen, ungefähr der Formel



entsprechend zusammengesetzt ist. Danach scheint dasselbe eine der zweiten Form des Berzeliit analoge bleihaltige Verbindung darzustellen.

**Pyrrhoarsenit** ist ein manganreicher Berzeliit, in welchem eine kleine Menge As durch Sb ersetzt ist.

Die obige Formel des Monimolit entspricht der Zusammensetzung der einen von den beiden durch Flink untersuchten Varietäten, während die andere, Ca-haltige, einen Ueberschuss an Basen ergab.

Für ein gelbes **Nickelarseniat** von Johannegeorgenstadt wird die Formel  $[\text{AsO}_4]^2\text{Ni}^3$  angegeben, während ein beigemengtes grünes Salz die Zusammensetzung  $\text{As}^2\text{O}^{10}\text{Ni}^5$  haben soll.

##### 3. Gruppe.

<b>Beryllonit</b>	$\text{PO}_4\text{BeNa}$	Rhombisch	$0,5724 : 1 : 0,5490$
<b>Triphylin</b>	$\text{PO}_4(\text{Fe, Mn})\text{Li}$	„	$0,4348 : 1 : 0,5266$
<b>Lithiophililit</b>	$\text{PO}_4(\text{Mn, Fe})\text{Li}$	„	$0,4 \text{ circa} : 1 : ?$

Anmerk. Die Beziehungen zwischen den Formen dieser Salze scheinen nicht so nahe zu sein, als man nach der Analogie ihrer chemischen Zusammensetzung erwarten müsste, wenigstens weichen die Axen a bei Beryllonit und Triphylin ziemlich stark ab. Hierbei muss allerdings bemerkt werden, dass die Kenntniss der Krystallform des letzteren Minerals nur auf sehr

unvollkommenen Krystallen basirt ist. Lithiophililit, von welchem keine ausgebildeten Krystalle vorkommen, ist unzweifelhaft mit Triphylin isomorph, von dem er sich nur durch den geringeren Eisengehalt unterscheidet, neben dem in beiden Mineralien wohl auch etwas Calcium und Magnesium auftritt.

## 4. Gruppe.

<b>Ytterspath</b> (Xenotim)	$\text{PO}^4(\text{Y,Ce})$	Tetragonal	$\overset{a}{1} : \overset{c}{0,6260}$	
<b>Monazit</b> (Turnerit)	$\text{PO}^4(\text{Ce,La,Di})$	Monosymmetrisch	$\overset{a}{0,9742} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,9227}$	$103^{\circ} 46'$

Anmerk. Der Schweizer Xenotim scheint frei von Cermetallen zu sein. Da jedoch in den übrigen das normale Cerphosphat als isomorphe Beimischung erscheint, so ist für dasselbe eine Dimorphie anzunehmen; die zweite Form würde die monosymmetrische des Monazit sein. Dieser letztere besitzt in seinen reinsten Varietäten (Turnerit aus der Schweiz, Monazit von Arendal und von Neu-Granada) die oben angegebene Zusammensetzung, während die Analysen einiger anderer noch einen beträchtlichen Thorgehalt ergaben. Von mehreren amerikanischen Vorkommen hat Penfield nachgewiesen, dass derselbe auf einer mechanischen Beimengung von Thorit beruht; Blomstrand dagegen, auf Grund seiner Untersuchung skandinavischer Monazite, betrachtet den Thor- und Siliciumgehalt als wesentliche Bestandtheile des Monazits selbst.

Der **Kryptolith (Phosphocerit)** ist mit dem Monazit identisch.

<b>Fergusonit</b> (Yttrotantalit z. Th.)	$(\text{Nb,Ta})\text{O}^4\text{Y}$	Tetragonal pyram. hem.	$\overset{a}{1} : \overset{c}{1,464}$	
---	------------------------------------	------------------------	---------------------------------------	--

Anmerk. Unter Y sind hier, wie auch bei einigen Varietäten der vorhergehenden Mineralien, zugleich die dem Yttrium nahe stehenden Erdmetalle, welche dasselbe zum Theil vertreten, zu verstehen (ein amerikanischer F. enthält auch etwas Uran). Da Niob- und Tantal-säure Verbindungen bilden, welche in mehrfacher Beziehung den Phosphaten analog sind, so ist es wahrscheinlich, dass auch nahe Beziehungen zwischen den Krystallformen beider Arten von Salzen existiren. Dafür spricht die Thatsache, dass der Fergusonit in demselben System krystallisirt und eine nahe doppelt so grosse Hauptaxe besitzt, wie der Ytterspath.

Der **Sipyilit** ist wesentlich niobsaures Erbium, enthält aber neben den Metallen noch Wasserstoff; unter Zurechnung des letzteren zu den ersteren erhält man die Formel  $\text{NbO}^4\frac{11}{2}$ , analog der des Fergusonit, mit welchem das Mineral auch in der Krystallform sehr nahe übereinstimmt.

## 5. Gruppe.

<b>Antimonocker</b> (Cervantit)	$\text{SbO}^4\text{Sb}$	?		
<b>Pucherit</b>	$\text{VO}^4\text{Bi}$	Rhombisch	$\overset{a}{0,5327} : \overset{b}{1} : \overset{c}{2,3357}$	

Anmerk. Die Verbindung  $\text{Sb}^2\text{O}^4$  ist antimonensäures Antimonoxyd, also dem Pucherit analog zusammengesetzt. Krystalle derselben sind nicht bekannt. **Stibilith (Stibiconit, Antimonocker z. Th.)** ist wahrscheinlich ein Hydrat desselben mit 1 Mol.  $\text{H}^2\text{O}$ .

## 6. Gruppe.

<b>Karminspath</b> (Carminit)	$[\text{AsO}^4]^{12}\text{Fe}^{10}\text{Pb}^3$	Rhombisch		
----------------------------------	--	-----------	--	--

Anmerk. Die Analyse dieses seltenen Minerals ist mit einer so geringen Menge angestellt, dass die sehr complicirte Formel noch nicht als sicher gestellt betrachtet werden kann. Dasselbe enthält nur Eisenoxyd und kein Wasser.

## b) Salze der Pyrosäuren.

1. Gruppe. Regulär krystallisirende Mineralien, deren wesentlicher Bestandtheil ein Salz von der Constitution eines neutralen Pyrophosphates zweiwerthiger Metalle, d. h. von der Formel  $P^2O_7R^2$  (worin  $P = Sb, Ta, Nb$ ), darstellt; für die Mehrzahl derselben ist jedoch die Zusammensetzung noch nicht sicher festgestellt.

**Atopit**  $Sb^2O_7(Ca, Na^2, Fe, Mn)^2$ . — **Schneebergit**, in welchem Antimon und Calcium als Hauptbestandtheile nachgewiesen wurden, ist vielleicht mit Atopit identisch.

**Mikrolith**, im Wesentlichen  $Ta^2O_7Ca^2$ , worin neben Ta auch Nb und neben Ca z. Th. Mn, Fe und Mg auftreten, könnte, da er ebenfalls regulär krystallisirt, mit dem Atopit isomorph sein. Nach neueren Analysen enthält er jedoch auch Alkalien, Fluor und Wasser (OH), welche Bestandtheile wahrscheinlich nicht unwesentlich sind.

**Koppit** kann nach Knop's Analyse, mit Berücksichtigung der späteren directen Fluorbestimmung Desselben, aufgefasst werden als  $[Nb^2O_7]^3[CeO]Ca^3[CaF](Na, K)^4$ .

**Pyrochlor**, mit welchem der Koppit früher vereinigt wurde, enthält neben der Niobsäure noch Titan- und Thorsäure, in manchen Varietäten auch ziemlich viel Eisen, während im Koppit nur ein kleiner Theil des Ca durch Fe ersetzt wird. Eine allgemeine Formel für den Pyrochlor lässt sich nicht aufstellen, da die vorhandenen Analysen das Verhältniss der darin enthaltenen Säuren sehr verschieden angeben.

**Pyrrhit** ist wahrscheinlich ein dem Pyrochlor nahe stehendes Mineral; es enthält Nb(Ta?), Ti, Zr oder Ce? Fe, Na, Ca.

**Hatchettolith** scheint ein zersetzter uranhaltiger Pyrochlor zu sein.

2. Gruppe. Rhombisch krystallisirende Substanzen, deren Hauptbestandtheil das Pyrotantalat und das entsprechende Niobat  $[Ta^2O_7]^3Y^4$  und  $[Nb^2O_7]^3Y^4$  bilden, z. Th. auch Uran enthaltend.

**Yttrotantalit** Nordenskiöld's enthält hauptsächlich das erstere Salz, daneben aber auch tantalsäuren Kalk und Eisenoxydul, sowie kleinere Mengen Uran, Wolfram und Zinn.

**Hjelmit** ( $a:b:c = 0,465:1:1,026$ ) ist im Wesentlichen tantalsäures Ca, Fe, Mn. Eine Formel kann nicht aufgestellt werden, da das Mineral nur zersetzt bekannt ist.

**Samarskit** (Yttriflumenit),  $a:b:c = 0,8903:1:0,4777$ , ist nach Rammelsberg  $8[Nb^2O_7]^3R^4 + U^6O^{21}R^4$ , worin  $R = Fe, Y, Ce, Er$ . **Rogersit**, ein Zersetzungsproduct des Samarskit, enthält Niobsäure, Yttererde und Wasser.

**Anneroedit**,  $a:b:c = 0,4037:1:0,3610$ , ist, wenn der Gehalt an Wasser, Kieselsäure u. a. als unwesentlich betrachtet wird, hauptsächlich pyroniobsäures Yttrium und Uran.

Auffallend ist namentlich bei diesem Mineral die Aehnlichkeit der Krystallform mit derjenigen des Niobit (s. folg. Gruppe), was sich nach Brögger erklären würde, wenn es durch Umwandlung aus einem Metaniobat entstanden wäre.

## c) Salze der Metasäuren.

1. Gruppe.

## a) Tetragonale Reihe.

<b>Tapiolit</b>	$[(Ta, Nb)O_3]^2Fe$	Tetragonal	$\bar{1} : 0,6464$
-----------------	---------------------	------------	--------------------

## b) Rhombische Reihe.

<b>Tantalit</b>	$[(Ta, Nb)O_3]^2Fe$	Rhombisch	$0,8166 : \bar{1} : 0,6519$
<b>Manganotantalit</b>	$[(Ta, Nb)O_3]^2(Mn, Fe)$	"	$0,7901 : 1 : 0,7001$
<b>Niobit</b>	$[NbO_3]^2Fe$	"	$0,8047 : 1 : 0,7156$
(Columbit)	oder $[(Nb, Ta)O_3]^2Fe$		

Groth, tab. Uebers. d. Mineralien. 3. Aufl.

Anmerk. Wegen der isomorphen Mischung des tantalsäuren mit dem niobsäuren Salze giebt es keine scharfe Grenze zwischen Niobit und Tantalit (in beiden ist regelmässig etwas Eisen durch Mangan vertreten). Das Axenverhältniss des ersteren (nach E. S. Dana) bezieht sich auf die am besten messbare Varietät, welche jedoch 9 Proc. Tantsäure enthält. Die Form des Tantalit, besonders die der „*Ixiolit*“ genannte Varietät, bedarf noch näherer Untersuchung und Vergleichung mit der des Niobit. Der Tapiolit hat dieselbe Zusammensetzung, wie der Tantalit; die Aehnlichkeit der Axen c beweist die Dimorphie des metatantalsäuren Eisens.

**Adelpholith**, tetragonal, wasserhaltiges niobsaures Eisen und Mangan, wahrscheinlich Zersetzungsprodukt eines niobreichen Tapiolit.

<b>Dechenit</b>	$[VO^3]^3Pb$	Rhombisch	$0,8354 : 1 : 0,6538$
-----------------	--------------	-----------	-----------------------

Anmerk. Bei der Analogie der Zusammensetzung und der Uebereinstimmung der Axenverhältnisse darf man wohl den Dechenit als isomorph mit Tantalit betrachten.

## B. Chlor-, resp. Fluor-haltige und basische wasserfreie Salze.

### 1. Gruppe.

<b>Apatit</b>	$[PO^4]^3FCa^5$	Hexagonal pyram. hem.	$\overset{a}{1} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,7346}$
	oder $[PO^4]^3ClCa^5$		
<b>Polysphärit</b>	$[PO^4]^3Cl(Pb, Ca)^5$	„ „ „	?
<b>Pyromorphit</b> (Grün- u. Braunbleiers)	$[PO^4]^3ClPb^5$	„ „ „	1 : 0,7362
<b>Kampylit</b>	$[(As, P)O^4]^3ClPb^5$	„ „ „	1 : 0,725
<b>Mimetesit</b>	$[AsO^4]^3ClPb^5$	„ „ „	1 : 0,7276
<b>Endlichit</b>	$[(As, V)O^4]^3ClPb^5$	„ „ „	1 : 0,7495 circa
<b>Vanadinit</b>	$[VO^4]^3ClPb^5$	„ „ „	1 : 0,7122

Anmerk. Dass die empirische Formel des Apatit  $3[PO^4]^3Ca^5 \cdot CaCl^2$ , wie sie gewöhnlich geschrieben wird, nicht die Constitution dieser Verbindung ausdrücken kann, beweist deren Unzersetzbarkeit durch Wasser, welches, wenn jene Formel richtig wäre, unter Auflösung des Chlorcalciums die Molekularverbindung der beiden Salze zerstören müsste. Es ist vielmehr der Apatit (und in analoger Weise alle Glieder der obigen isomorphen Gruppe) aufzufassen als ein Körper, welcher sich von  $5Ca[OH]^2$  dadurch ableitet, dass nur 9 OH durch drei Phosphorsäurereste ersetzt sind, während an die Stelle des letzten Hydroxyl ein Chloratom getreten ist; wenn die chlorfreie, ein OH enthaltende Verbindung, das basische Salz  $[PO^4]^3Ca^5[OH]$  bekannt wäre, würde dieselbe wahrscheinlich mit dem Apatit isomorph gefunden werden (s. S. 76 die Anmerk. zur 3. Gruppe). Gleichbedeutend mit jener Auffassung der Constitution des Apatit ist die folgende: er leitet sich ab von 3 Molekülen normaler Phosphorsäure, von deren 9 Hydroxylen 8 durch 4 Ca, das neunte durch die einwerthige Gruppe  $CaCl$  ersetzt werden (auch hierbei tritt die Analogie mit einem basischen Salze hervor).

Während ein Theil der Analysen der eben besprochenen Formel entsprechend zusammengesetzt ist, enthalten, wie neuerdings Völcker und Abrahall gezeigt haben, mehrere Varietäten Sauerstoff an Stelle des Fluor und es müsste daher deren Formel verdoppelt geschrieben werden  $[PO^4]^6Ca^{10}(Cl^2, F^2, O)$ . Man würde hiernach als möglich zu betrachten haben eine Verbindung  $[PO^4]^6Ca^{10}O$ , in welcher die beiden einwerthigen Gruppen  $[PO^4]^3Ca^4$  durch die Atomgruppe  $-Ca-O-Ca-$  verbunden sind.

Die meisten Apatite sind isomorphe Mischungen der Chlor- und der Fluorverbindung, ein Theil reiner Fluorapatit. Die Chlorapatite sind häufig zersetzt und alsdann chlorärmer, besonders ist dies der Fall bei den erdigen und dichten Varietäten, dem sogenannten **Phosphorit**, welcher zum Theil wegen des Mangels an Chlor zum Osteolith (S. 71) zu stellen wäre, stets aber durch mechanische Beimengungen verunreinigt ist (**Eupyrochroit** ist eine solche unreine Varietät). In einigen krystallisirten Apatiten von Nordamerika wurde neuerdings die Vertretung eines Theils des Calcium durch Mangan und Eisen nachgewiesen.



**Pseudoapatit** ist eine Pseudomorphose von Kalkphosphat nach Pyromorphit.

Das orangerothe sogenannte „Cromo-phosphate of Lead“ von Leadhills ist chromfreier Pyromorphit.

Im Mimetesit ist zuweilen eine kleine Menge Blei durch Ca vertreten.

Vanadinit enthält kleine Mengen des isomorphen Phosphates.

**Hedyphan** hat die Zusammensetzung eines Mimetesit, in welchem ein Theil des Bleis durch Ca oder durch Ca und Ba ersetzt ist; nach seinen optischen Eigenschaften scheint das Mineral jedoch dem monosymmetrischen Krystallsystem anzugehören. Optische Zweiaxigkeit wird allerdings auch bei reinem Mimetesit angegeben. Entweder liegt also hier eine Dimorphie der Substanzen dieser Gruppe vor, oder die Zusammensetzung des Hedyphan ist eine andere, vielleicht der des Karyinit (s. S. 71) analoge.

**Pleonektit** ist chlorhaltiges antimon- und arsensaures Blei, scheint daher dem Hedyphan am nächsten zu stehen.

Ein **Phosphocerit** von Fahlun lieferte bei der Analyse annähernd die empirische Zusammensetzung  $6\text{PO}^4\text{Ce} \cdot \text{CeF}^3$ , so dass er jedenfalls der Abtheilung der Fluophosphate zuzählen ist, doch bedarf das Mineral noch weiterer Untersuchung.

## 2. Gruppe.

**Amblygonit** (Montebrasit)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{PO}^4[\text{AlF}]\text{Li} \\ \text{PO}^4[\text{Al.OH}]\text{Li} \end{array} \right\}$  Asym.  $0,2454 : 1 : 0,4605 \quad 68^\circ 47' \quad 98^\circ 44' \quad 85^\circ 52'$

Anmerk. Dieses Mineral leitet sich von einem Molekül der normalen Phosphorsäure dadurch ab, dass ein Wasserstoffatom durch Lithium (ein kleiner Theil desselben ist durch Natrium isomorph vertreten), die beiden anderen durch die zweiwerthige Gruppe AlF, resp. Al[OH] ersetzt werden. Stets sind die Fluor- und die Hydroxylverbindung in isomorpher Mischung vorhanden; die von Descloizeaux auf Grund gewisser optischer Differenzen unterschiedenen Varietäten Amblygonit und Montebrasit entsprechen den mehr Fluor oder mehr Hydroxyl enthaltenden Mischungen.

**Durangit**  $\text{AsO}^4[\text{AlF}]\text{Na}$  Monosymmetrisch  $0,7715 : 1 : 0,8223 \quad 115^\circ 13'$

Anmerk. Die vorhandene Analyse dieses Minerals (in welchem ein kleiner Theil des Al durch Fe und Mn vertreten ist) lässt keine andere Deutung zu, als diejenige, dass die Formel vollkommen der des Amblygonit entspricht; auffallend ist hierbei die erhebliche Verschiedenheit der Krystallformen, indem nur der Axenwinkel des Durangit eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Winkel der Axen b und c des Amblygonit zeigt.

## 3. Gruppe. (Allgemeine Formel: $\text{PO}^4\text{R}[\text{R.OH}]$ oder $\text{PO}^4\text{R}[\text{RF}]$ .)

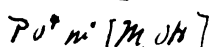
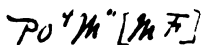
### a) Rhombische Reihe.

<b>Herderit</b>	$\text{PO}^4\text{Ca}[\text{Be(OH,F)}]$	Rhombisch	$0,6206 : 1 : 0,8468$
<b>Libethenit</b>	$\text{PO}^4\text{Cu}[\text{Cu.OH}]$	"	$0,7019 : 1 : 0,9601$
<b>Adamin</b>	$\text{AsO}^4\text{Zn}[\text{Zn.OH}]$	"	$0,7158 : 1 : 0,9733$
<b>Olivenit</b>	$\text{AsO}^4\text{Cu}[\text{Cu.OH}]$	"	$0,6726 : 1 : 0,9396$
<b>Descloisit</b>	$\text{VO}^4(\text{Pb,Zn})[\text{Pb.OH}]$	"	$0,6367 : 1 : 0,8046$
<b>Cuprodescloisit</b>	$\text{VO}^4(\text{Pb,Cu,Zn})[\text{Pb.OH}]$	?	?
<b>Volborthit z. Th.</b> (Kalkvolborthit)	$\text{VO}^4(\text{Cu,Ca})[\text{Cu.OH}]$	?	?

### β) Monosymmetrische Reihe:

<b>Wagnerit</b>	$\text{PO}^4\text{Mg}[\text{MgF}]$	Monosym.	$1,9138 : 1 : 1,5054 \quad 108^\circ 7'$
<b>Triplit</b>	$\text{PO}^4(\text{Fe,Mn})[(\text{Fe,Mn})\text{F}]$	"	?
<b>Triploidit</b>	$\text{PO}^4(\text{Mn,Fe})[\text{Mn,Fe}\text{OH}]$	"	$1,8571 : 1 : 1,4944 \quad 108^\circ 14'$
<b>Sarkinit</b> (Polyarsenit)	$\text{AsO}^4\text{Mn}[\text{Mn.OH}]$	"	$2,0013 : 1 : 1,5880 \quad 117^\circ 46'$

10\*



Anmerk. Durch die Vergleichung des Triploidit mit dem Wagnerit wurde zuerst von Brush und Dana die isomorphe Vertretung des Fluors und Hydroxyls nachgewiesen und daher dem letzteren Mineral die entsprechende Grundform gegeben, zugleich die nach der Ausbildung der Krystalle am meisten naturgemässe, bei welcher das vorherrschende Prisma von ca.  $120^\circ$  zum primären genommen wurde. Einen ganz ähnlichen Prismenwinkel zeigt auch das arsensaure Salz, der Sarkinit. Analoge Zusammensetzung mit diesen monosymmetrisch krystallisirenden Verbindungen besitzen nun der Herderit und die folgenden Mineralien der ersten, rhombischen Reihe, unter denen aber der Libethenit und Descloizit nach den Beobachtungen von Schrauf resp. Websky Winkelabweichungen von der rhombischen Symmetrie in dem Sinne zeigen, dass man die betreffenden Krystalle aufzufassen hätte als monosymmetrisch mit der oben als a angenommenen Axe als Orthodiagonale; setzt man diese = 1 und vertauscht die Bezeichnungen a und b, so erhält man folgende Parameterverhältnisse für die rhombische Reihe:

	a : b : c
Herderit	1,6206 : 1 : 1,3646,
Libethenit	1,4247 : 1 : 1,3679,
Adamin	1,3973 : 1 : 1,3600,
Olivinit	1,4866 : 1 : 1,3970,
Descloizit	1,5708 : 1 : 1,2640,

welche sich denen der monosymmetrischen Reihe nähern, unter Erwägung des Umstandes, dass durch die hier angenommene Rechtwinkligkeit der Axen das Verhältniss a : b beträchtlich kleiner sein muss, als bei der Axenschiefe der  $\beta$ -Reihe. In der That sind auch die Winkel des primären Prisma nicht sehr abweichend von dem der monosymmetrischen Reihe, wozu indess bemerkt werden muss, dass derselbe innerhalb jeder Reihe grössere Verschiedenheiten zeigt, als es sonst in isomorphen Gruppen vorkommt. Trotzdem muss man wohl die rhombisch krystallisirenden Substanzen als isomorph betrachten, wofür die erheblich grössere Constanz in dem Verhältniss a : c spricht, welche erst hervortritt, wenn man erstere Axe, wie es hier in der Anmerkung geschehen ist, als b = 1 betrachtet. Mit dieser Auffassung stimmt ferner überein, dass ein Kupfergehalt im Adamin, wie Laspeyres fand, die Winkel erheblich ändert (oben sind diejenigen des mexikanischen A. nach Des Cloizeaux zu Grunde gelegt), entsprechend der grossen Verschiedenheit der Axenverhältnisse von Adamin und Olivinit (letzterer nach den neuen Bestimmungen von Hillebrand).

Was die Aufstellung der rhombischen Krystalle der ersten Reihe betrifft, so ist diejenige des Descloizit nach G. vom Rath zu Grunde gelegt worden; bei Libethenit (Axenverh. von G. Rose), Adamin und Olivinit sind die bisherigen Grundformen beibehalten, das primäre Brachydoma jedoch zum Prisma und umgekehrt genommen worden; für den Herderit wurde Dana's Stellung adoptirt und nur die Verticalaxe doppelt so gross angenommen (es werden zwar hierdurch die Zeichen etwas weniger einfach, aber nur so tritt die nahe Beziehung des Minerals zu den übrigen Gliedern dieser Gruppe hervor).

Descloizit und der damit durch Uebergänge verbundene Cuprodescloizit enthalten neben Vanadinsäure auch kleine Mengen Arsen- und Phosphorsäure, neben Zink auch Mn und Fe. Identisch mit dem letzteren sind: der Ramirit Leon's, der Tritochorit Frenzel's, ein von Pisani analysirtes Mineral von Laurium, wahrscheinlich auch der Psittacinit, welcher nach Abzug der Verunreinigungen auf dieselbe Formel mit einem geringen Mehr von Wasser führt, und der erdige, sehr unreine Chileit (Vanadinkupferbleierz).

Arsoxen, früher für wasserfrei gehalten, ist nach Sandberger's neuesten Beobachtungen sicher nichts Anderes, als ein Descloizit, in welchem ein erheblicher Theil der Vanadinsäure durch Arsensäure ersetzt ist; er liefert in hoher Temperatur den entsprechenden Wassergehalt und zeigt sehr ähnliche Krystallformen.

Im Eusynohit ist weder auf Wasser geprüft, noch die Vanadinsäure direct bestimmt worden; die Quantitäten sämtlicher Bestandtheile stimmen so genau mit denen des normalen Descloizit überein, dass die Nothwendigkeit einer Vereinigung mit demselben höchst wahrscheinlich ist.

Endlich würde hierher auch zu rechnen sein der Brackebuschit, welcher einen verhältnissmässig hohen Mangan- und Eisengehalt zeigt, nach seinen optischen Eigenschaften aber wahrscheinlich monosymmetrisch krystallisiert und daher den Repräsentanten des Descloizit in

der zweiten Reihe darstellen würde. Sämmtliche, zuletzt genannten Substanzen bedürfen noch näherer Untersuchung betreffs ihrer Homogenität.

**Kjerulfen** ist ein theilweise in Apatit umgewandelter Wagnerit.

**Spodiosit**, ein unreines und nicht vollständig analysirtes Mineral, ist vermuthlich die dem Wagnerit entsprechende Calciumverbindung  $\text{PO}_4\text{Ca}[\text{CaF}]$ .

**Kryphiolith** ist ein fluorhaltiges Phosphat von Magnesium und Calcium, von welchem nur eine fehlerhafte Analyse vorliegt; nach seinem Axenverhältniss  $a:b:c = 1,963:1:1,664$ ,  $\beta = 114^\circ 8'$  ist jedoch kaum zweifelhaft, dass er eine mit Wagnerit isomorphe Verbindung ist.

**Kalktriplit** hat Igelström ein ebenfalls unreines und unvollständig untersuchtes Mineral genannt, für welches er die Zusammensetzung  $\text{PO}_4(\text{Mn, Fe, Ca, Mg})^3\text{F}$  annimmt.

Aus dem Triplit gehen durch Zersetzung hervor: **Heterosit**, **Pseudotriplit** (welcher die Zusammensetzung eines Gemenges von Kraurit und Wad hat), **Alluaudit**, **Melanchlor**.

**Zwieselit** ist ein besonders eisenreicher Triplit, und **Sarkopsid** wohl nur ein etwas zersetzter Zwieselit.

#### 4. Gruppe.

<b>Dihydrat</b>	$[\text{PO}_4]^3\text{Cu}[\text{Cu.OH}]^4$	Asymmetrisch	$2,8252 : 1 : 1,5339$	$89^\circ 29'$	$91^\circ 0'$	$90^\circ 39'$
<b>Erinit</b>	$[\text{AsO}_4]^3\text{Cu}[\text{Cu.OH}]^4$	?				
<b>Mottramit</b>	$[\text{VO}_4]^2(\text{Cu, Pb})[\text{Cu.OH}]^4$	?				

Anmerk. Schrauf hat nachgewiesen, dass die nahe monosymmetrischen, von ihm als asymmetrisch (siehe obige Axenelemente) aufgefassten Krystalle des **Phosphorkupfererzes** dem Dihydrat angehören, und dass die derben Varietäten des ersteren, welche er mit dem krystallisirten Dihydrat zusammen unter dem Namen **Lunnit** vereinigt, einen wechselnden Ueberschuss an Kupferhydroxyd zeigen; es sind wahrscheinlich Gemenge von Dihydrat mit Phosphorochalcit und Ehlit, deren Krystallformen demnach noch nicht bekannt wären. Das erstere Mineral schliesst sich unmittelbar hier an, während der Ehlit zu den wasserhaltigen Phosphaten gehört.

Erinit und Mottramit würden, wenn man ihre Krystallformen kennt, jedenfalls sich als isomorph mit Dihydrat erweisen.

<b>Phosphorochalcit</b> (Pseudomalachit)	$\text{PO}_4[\text{Cu.OH}]^3$	Krystallform?				
<b>Strahlerz</b> (Abichit, Klinoklas)	$\text{AsO}_4[\text{Cu.OH}]^3$	Monosymm.	$1,9069 : 1 : 3,8507$	$99^\circ 30'$		

Anmerk. Die nach vor. Anmerk. noch unbekannte Form des Phosphorochalcit ist jedenfalls mit der des Strahlerzes übereinstimmend.

#### 5. Gruppe.

<b>Augelith</b>	$\text{PO}_4\text{Al}^3[\text{OH}]^3$	Krystallform?				
<b>Kraurit</b> (Grüneisenerz)	$\text{PO}_4\text{Fe}^3[\text{OH}]^3$	Rhombisch	$0,8734 : 1 : 0,426$			

Anmerk. Mehrere Analysen des Kraurit ergaben neben Eisenoxyd auch Oxydul, aber in so verschiedenem Betrage, dass es vorläufig nicht möglich ist, dasselbe in der Formel zu berücksichtigen. Kinch fand neuerdings auf  $2\text{P}_2\text{O}_5 : 3\text{Fe}^2\text{O}_3, 1\text{FeO}, 6\text{H}_2\text{O}$ ; danach müsste die von ihm analysirte Substanz in die Nähe des Chalkosiderit gestellt werden.

<b>Trolleit</b>	$[\text{PO}_4]^3\text{Al}^4[\text{OH}]^3$	Krystallform?				
-----------------	---	---------------	--	--	--	--

Anmerk. Diese Formel kann nur als die wahrscheinlichste betrachtet werden, da nicht festgestellt ist, dass die Substanz kein Krystallwasser enthält, in welchem Falle sie kein Salz der normalen Phosphorsäure wäre.

## 6. Gruppe.

<b>Lazulith</b>	$[\text{PO}_4]^2[\text{Al.OH}]^2(\text{Mg, Fe, Ca})$	Monosymmetrisch	$0,9747 : 1 : 1,6940$	$91^\circ 58'$
<b>Cirrolith</b>	$[\text{PO}_4]^3\text{Al}^2\text{Ca}^3[\text{OH}]^3$	Krystallform?		
<b>Tavistockit</b>	$[\text{PO}_4]^3\text{Al}^2\text{Ca}^3[\text{OH}]^6$	"		
<b>Arsenosiderit</b>	$[\text{AsO}_4]^3\text{Fe}^4\text{Ca}^3[\text{OH}]^9$	Tetrag. od. hexag.		

Anmerk. Da dieses Mineral beigemengtes Eisenoxyd enthält, so ist der Berechnung der Formel diejenige Analyse (von Church) zu Grunde gelegt worden, welche den geringsten Eisengehalt lieferte.

Andrewsit, asymmetrisch krystallisirend, ist annähernd  $[\text{PO}_4]^3\text{Fe}^4[\text{OH}]^7\text{Cu Fe}$ .

<b>Arseniopleit</b>	$[\text{AsO}_4]^6(\text{Mn, Fe})^2(\text{Mn, Ca, Pb, Mg})^3[\text{Mn.OH}]^6$	Hexag. rhomboëdr.		
---------------------	--	-------------------	--	--

Anmerk. Die Dreiwerthigkeit der beiden ersten Metallatome beruht auf der Annahme, dass neben dem durch die Analyse gefundenen Eisenoxyd auch ein Theil des Mangans als Oxyd vorhanden sei.

## 7. Gruppe.

<b>Atelestit</b>	$\text{AsO}_4[\text{BiO}]^2.\text{Bi}[\text{OH}]^2$	Monosymm.	$0,9334 : 1 : 1,5051$	$109^\circ 17'$
------------------	---	-----------	-----------------------	-----------------

## 8. Gruppe.

<b>Manganostibiit</b>	$[(\text{Sb, As})\text{O}_4]^2\text{Mn}^2[\text{Mn}^3\text{O}^7]$	Krystallform?		
<b>Hämatostibiit</b>	$[\text{SbO}_4]^2(\text{Mn, Fe})^2[(\text{Mn, Fe})^3\text{O}^7]$	Rhombisch?		

Anmerk. Manganostibiit enthält neben Mangan etwas Eisen, Calcium und Magnesium, Hämatostibiit ebenfalls, nur ist der Eisenoxydgehalt erheblicher. Wenn die mit geringen Mengen ausgeführte Analyse beider Mineralien zuverlässig ist, so können dieselben wohl nicht anders aufgefasst werden, als es oben geschehen, nämlich als Salze, in denen je ein Wasserstoff der beiden Antimonsäuremoleküle durch die zweiwerthige Gruppe -Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn-O-Mn- ersetzt ist.

## 9. Gruppe. (Ueberbasische Salze.)

<b>Allaktit</b>	$[\text{AsO}_4]^2\text{Mn}^3.4\text{Mn}[\text{OH}]^2$	Monosymm.	$0,4085 : 1 : 0,2225$	$95^\circ 44'$
-----------------	---	-----------	-----------------------	----------------

Anmerk. Im Axenverhältniss dieser Substanz ist das stets herrschende Prisma zum primären genommen worden, während der Autor des Minerals einer Beziehung wegen, welche wohl kaum auf einer Gesetzmässigkeit beruht, demselben das Zeichen  $\{320\} \propto P_{\frac{2}{3}}^8$  gegeben hatte.

<b>Flinkit</b>	$\text{AsO}_4\text{Mn}.2\text{Mn}[\text{OH}]^2$	Rhombisch	$0,4131 : 1 : 0,7386$	
<b>Synadelphit</b>	$2\text{AsO}_4(\text{Mn, Al}).5\text{Mn}[\text{OH}]^2$	"	$0,8581 : 1 : 0,9192$	
<b>Hämatolith</b> (Diadelphit)	$\text{AsO}_4(\text{Al, Mn}).4\text{Mn}[\text{OH}]^2$	Hexag. rhomboëdr.	$1 : 0,8885$	

Vorstehende Mineralien enthalten sämmtlich kleine Mengen  $\text{Fe, Mg, Ca}$ , der Flinkit auch etwas Sb für As. In dem letzteren ist mit Sicherheit das Vorhandensein einer entsprechenden Menge dreiwerthigen Mangans nachgewiesen worden, während in den Analysen für die beiden anderen Mineralien  $\text{Mn}^2\text{O}^3$  angeführt wird, ohne Angabe, wie dasselbe bestimmt worden sei. Flinkit könnte auch als ein basisches Salz von der Formel  $\text{AsO}_4[\text{Mn}(\text{OH})^2][\text{Mn.OH}]^2$  aufgefasst werden, während die übrigen Glieder dieser Gruppe nur als überbasische Salze betrachtet werden können. Die nahen Beziehungen derselben lassen es gerechtfertigt erscheinen, den Flinkit nicht von ihnen zu trennen.

Chlorotil, von welchem nur eine vorläufige Analyse vorliegt, ist wahrscheinlich ebenfalls ein überbasisches Salz, nämlich:  $\text{AsO}_4[\text{Cu.OH}]^2.\text{Cu}[\text{OH}]^2$ .

## C. Verbindungen von Phosphaten mit Sulfaten und Chromaten.

### 1. Gruppe.

**Laxmannit**  $[\text{PO}_4]_2(\text{Pb}, \text{Cu})^3 \cdot [\text{CrO}_4]_2 \text{Pb}[\text{Pb}^2\text{O}]$  Monosymm.  $0,7459 : 1 : 1,4028 \quad 110^\circ 10'$

Anmerk. Die angegebene Formel ist die nach Nordenskiöld's Analyse wahrscheinlichste. Hierher gehört der sogen. krystallisierte **Vauquelinit** von Berjósowsk, in welchem früher der Phosphorsäuregehalt übersehen worden war. Die schwarzgrünen Krystalle desselben sitzen auf nierenförmigen dichten Massen, John's **Chromphosphorkupferbleispath**, Hermann's **Phosphorchromit**, Pisani's **Chromophosphat von Blei und Kupfer**, welche wahrscheinlich Nichts anderes sind, als Gemenge von Vauquelinit (s. S. 61) und Pyromorphit.

### 2. Gruppe.

**Diadochit**  $[\text{PO}_4]_2[\text{SO}_4\text{H}]^2\text{Fe}^4\text{O}[\text{OH}]^2$  Monosymmetrisch  
(Destinésit)

Anmerk. Césaro hat die richtige Zusammensetzung dieses Minerals kennen gelehrt und gezeigt, dass man durch Kochen mit Wasser die beiden Reste  $[\text{SO}_4\text{H}]$  durch OH ersetzen kann, woraus die Zusammensetzung des Delvauxit (S. 83) resultirt. Der früher analysirte und für amorph gehaltene D. war z. Th. zu Delvauxit zersetzt.

Fleinit ist nach der einzigen vorhandenen Analyse ein basisches Eisenoxydulsalz der Phosphorsäure und Schwefelsäure.

## D. Wasserhaltige Phosphate, Arseniate u. s. w.

### a) Normale Salze.

#### 1. Gruppe.

**Struvit**  $\text{PO}_4\text{Mg}[\text{NH}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch (hemimorph)  $0,5667 : 1 : 0,9121$

#### 2. Gruppe

**Fallowit**  $[\text{PO}_4]_2(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Na}^2, \text{Ca})^3 \cdot \frac{1}{3}\text{H}_2\text{O}$  Monosymm.  $1,7303 : 1 : 1,4190 \quad 90^\circ 9'$

**Dickinsonit**  $[\text{PO}_4]_2(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Na}^2)^3 \cdot \frac{3}{4}\text{H}_2\text{O}$  „  $1,7322 : 1 : 1,2000 \quad 118^\circ 30'$

**Kollophan**  $[\text{PO}_4]_2\text{Ca}^3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Amorph.

Anmerk. Dieselbe Zusammensetzung, nur mit einem kleinen Ueberschuss von Wasser, ergab Shepard's **Monit**, welcher jedoch als matt erdig, also nicht amorph, wie der Kollophan, beschrieben wird. Desselben Autors **Pyroklasit** scheint ein dichtes Gemenge von Monit und Monetit (s. S. 71) zu sein.

**Ornithit** hat nach einer, allerdings mit nur geringer Menge und sehr unreiner Substanz, ausgeführten Analyse die Zusammensetzung  $[\text{PO}_4]_2\text{Ca}^3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Die angegebenen Krystalle sind wahrscheinlich Pseudomorphosen.

**Fairfieldit**  $[\text{PO}_4]_2(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Fe})^3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Asymm.  $0,2797 : 1 : 0,1976 \quad 102^\circ 9' 94^\circ 33' 77^\circ 20'$

**Roselith**  $[\text{AsO}_4]_2(\text{Ca}, \text{Co}, \text{Mg})^3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  „  $2,2046 : 1 : 1,4463 \quad 89^\circ 0' 90^\circ 34' 89^\circ 20'$

Anmerk. Es scheint, dass Fairfieldit und Roselith sehr nahe Beziehungen ihrer Formen darbieten, namentlich ist das Verhältniss der Axen a:c bei beiden nahe übereinstimmend (0,706 resp. 0,656). Ob man diese Substanzen als isomorph zu betrachten und in welcher Weise man ihre

Formen auf einander zu beziehen habe, muss erst durch weitere Untersuchungen festgestellt werden, daher hier die von den bisherigen Autoren gewählte Grundform beibehalten ist, für Fairfieldit die von Brush und Dana, für Roselith die von Schrauf. Bemerkt muss übrigens werden, dass Letzterer den Wassergehalt um  $\frac{1}{2}$  Molekül höher fand.

**Lavendulan** ist wahrscheinlich im Wesentlichen  $[\text{AsO}_4]^3\text{Cu}^3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , doch ist diese Formel wegen der Unreinheit des Materials nicht sicher.

<b>Brandtit</b>	$[\text{AsO}_4]^2\text{MnCa}^2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	
<b>Messelit</b>	$[\text{PO}_4]^2(\text{Ca, Fe, Mg})^3 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Asymm.
<b>Reddingit</b>	$[\text{PO}_4]^2(\text{Mn, Fe})^3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch $0,8676 : 1 : 0,9485$

Anmerk. Dieses Mineral zeigt eine auffallende Aehnlichkeit der Krystallform mit dem Strengit und Skorodit, welche jedoch nicht auf Isomorphie beruhen kann, da die chemische Constitution der letzteren Mineralien eine ganz abweichende ist.

<b>Hopeit</b>	$[\text{PO}_4]^2\text{Zn}^3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch $0,5723 : 1 : 0,4718$
<b>Trichalcit</b>	$[\text{AsO}_4]^2\text{Cu}^3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
<b>Pikropharmakolith</b>	$[\text{AsO}_4]^2(\text{Ca, Mg})^3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	"

Anmerk. Die Analysen des Pikropharmakolith entsprechen der angeführten Formel nur angenähert.

### 3. Gruppe.

<b>Bobierit</b>	$[\text{PO}_4]^2\text{Mg}^3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Monosymm.	
<b>Vivianit</b>	$[\text{PO}_4]^2\text{Fe}^3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	"	$0,7498 : 1 : 0,7017 \quad 104^\circ 26'$
<b>Hörnesit</b>	$[\text{AsO}_4]^2\text{Mg}^3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	"	?
<b>Symplesit</b>	$[\text{AsO}_4]^2\text{Fe}^3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	"	$0,7806 : 1 : 0,6812 \quad 107 \quad 13$
<b>Kobaltblüthe</b> (Erythrin)	$[\text{AsO}_4]^2\text{Co}^3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	"	$0,7937 : 1 : 0,7356 \quad 105 \quad 9$
<b>Nickelblüthe</b> (Annabergit)	$[\text{AsO}_4]^2\text{Ni}^3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	"	?
<b>Cabrerit</b>	$[\text{AsO}_4]^2(\text{Ni, Mg, Co})^3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	"	?
<b>Köttigit</b>	$[\text{AsO}_4]^2(\text{Zn, Co, Ni})^3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	"	?

Anmerk. Es ist nicht zu bezweifeln, dass sämtliche Glieder dieser Gruppe isomorph sind; genaue Messungen gestattet allerdings nur der Vivianit, aber soweit von den übrigen Mineralien überhaupt Krystalle beobachtet sind, zeigen dieselben ganz mit jenem übereinstimmenden Habitus, Spaltbarkeit u. s. w. Beim Cabrerit und Köttigit sind auch einzelne Winkel gemessen und nahe gleich denen der Kobaltblüthe gefunden worden, deren Axenverhältniss oben nach einer noch unveröffentlichten Untersuchung von H. Mayer eingesetzt wurde.

**Dudgeonit** ist Annabergit, in welchem ca.  $\frac{1}{3}$  des Ni durch Ca ersetzt ist.

### 4. Gruppe.

<b>Berlinit</b>	$\text{PO}_4\text{Al} \cdot \frac{1}{4}\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
<b>Rhabdophan</b> (Scovillit)	$\text{PO}_4(\text{La, Di, Y, Er}) \cdot \text{H}_2\text{O}$	Tetrag. oder hexag.

Anmerk. Die beiden Mineralien Rhabdophan und Scovillit unterscheiden sich nur durch die relative Menge der darin enthaltenen Metalle, in ersterem herrschen die Cer-, im letzteren die Yttriummetalle vor.

<b>Variscit</b> (Callait)	$\text{PO}_4\text{Al} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch
<b>Barrandit</b>	$\text{PO}_4(\text{Fe, Al}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	?
<b>Strengit</b>	$\text{PO}_4\text{Fe} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch $0,8435 : 1 : 0,9468$
<b>Skorodit</b>	$\text{AsO}_4\text{Fe} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	" $0,8687 : 1 : 0,9536$

Anmerk. Strengit und Skorodit sind vollkommen isomorph. Variscit und Barrandit sind nicht in Krystallen beobachtet worden.

Schrötterit ist ein Gemenge von Variscit und Halloysit.

Callainit	$\text{PO}^4\text{Al}.2\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$	Krystallform?
Zepharovichit	$\text{PO}^4\text{Al}.3\text{H}^2\text{O}$	"
Koninckit	$\text{PO}^4\text{Fe}.3\text{H}^2\text{O}$	"
Gibbsit	$\text{PO}^4\text{Al}.4\text{H}^2\text{O}$	"

Anmerk. Mit dem Namen „Gibbsit“ sind auch mehrfach gewisse Vorkommen des Hydrargillit irrthümlich belegt worden.

Liskeardit	$\text{AsO}^4(\text{Al}, \text{Fe}).8\text{H}^2\text{O}$	Krystallform?
------------	--	---------------

Anmerk. Die einzige Analyse des unter dem Namen Churchit unterschiedenen Minerals führt annähernd zu der wenig einfachen Formel:  $[\text{PO}^4]^{12}\text{Ce}^{10}\text{Ca}^3.24\text{H}^2\text{O}$ .

#### b) Saure Salze.

##### 1. Gruppe.

Stercorit	$\text{PO}^4[\text{NH}^4]\text{NaH}.4\text{H}^2\text{O}$	Monosymm.	$2,8828:1:1,8616$	$99^\circ 18'$
(Phosphorsals)				
Hannayit	$[\text{PO}^4]^4\text{Mg}^3[\text{NH}^4]^2\text{H}^4.8\text{H}^2\text{O}$	Asymm.	$0,6990:1:0,9743$	

$122^\circ 31' \quad 126^\circ 46' \quad 54^\circ 10\frac{1}{2}'$

##### 2. Gruppe.

Rösslerit	$\text{AsO}^4\text{MgH}. \frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$	Krystallform?		
Haidingerit	$\text{AsO}^4\text{CaH}. \text{H}^2\text{O}$	Rhombisch	$0,8391:1:0,4986$	
Brushit	$\text{PO}^4\text{CaH}. 2\text{H}^2\text{O}$	Monosymm.	$0,6236:1:0,3548$	$96^\circ 36'$
Pharmakolith	$\text{AsO}^4\text{CaH}. 2\text{H}^2\text{O}$	"	$0,6137:1:0,3622$	$96^\circ 47'$

Anmerk. Die Analysen des Pharmakolith lieferten einen zu hohen Wassergehalt, jedenfalls in Folge von Beimengungen (Wapplerit?). Dufet lehrte durch künstliche Darstellung die richtige Zusammensetzung kennen und machte auf die unzweifelhafte Isomorphie mit Brushit aufmerksam, dessen Axenverhältniss nach Moore's Messungen berechnet wurde.

Der dem Brushit sehr ähnliche Metabrushit soll  $\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$  weniger enthalten.

Newberyit	$\text{PO}^4\text{MgH}. 3\text{H}^2\text{O}$	Rhombisch	$0,9548:1:0,9360$	
Wapplerit	$\text{AsO}^4(\text{Ca}, \text{Mg})\text{H}. 3\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$	Asymm.	$0,9007:1:0,2616$	$90^\circ 14' \quad 95^\circ 20' \quad 90^\circ 11'$
Forbesit	$\text{AsO}^4(\text{Ni}, \text{Co})\text{H}. 3\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$	Krystallform?		

Anmerk. Die Form des Wapplerit, von Schrauf bestimmt, weicht ausserordentlich wenig vom monosymmetrischen System ab. Ein Molekül des Krystallwassers entweicht erst bei stärkerem Erhitzen, ähnlich wie dies beim Eisenvitriol der Fall ist.

Martinit	$[\text{PO}^4]^4\text{Ca}^5\text{H}^2. \frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$	Rhomboëdr.	$1:0,85$	circa
Huresaultit	$[\text{PO}^4]^4(\text{Mn}, \text{Fe})^5\text{H}^2. 4\text{H}^2\text{O}$	Monosymm.	$1,6977:1:0,8886$	$90^\circ 33'$

Anmerk. Zengit unterscheidet sich vom Martinit nur durch einen geringen Magnesiumgehalt.

Bindheimit (Bleiniere) ist im Wesentlichen wasserhaltiges antimonisaures Blei, doch derart unrein, dass eine bestimmte Formel nicht angegeben werden kann. Die verhältnissmässig reinsten Varietäten enthalten  $3\text{PbO}$  auf  $2\text{Sb}^2\text{O}^3$  und  $4-6\text{H}^2\text{O}$ .

Barcenit ist wahrscheinlich ein Gemenge von antimonisaurem Quecksilber und Calcium mit Antimonsäurehydrat.

## 3. Gruppe.

**Henwoodit**  $[\text{PO}_4]^3\text{Al}^4\text{CuH}^{10}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Krystallform?

Anmerk. Diese Formel kann noch nicht als ganz sicher betrachtet werden, da die einzige Analyse des Henwoodit nicht mit reinem Material angestellt wurde und einen Verlust von 4 Proc. ergab.

## c) Basische Salze.

## 1. Gruppe. (Basische Salze zweiwerthiger Metalle.)

**Isoklas**  $\text{PO}_4\text{Ca}[\text{Ca.OH}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Monosymm. ?  
**Hämafibrit**  $\text{AsO}_4[\text{Mn.OH}]^3\cdot \text{H}_2\text{O}$  Rhombisch  $0,5261 : 1 : 1,1502$

Anmerk. Obige Formel ist der einfachste Ausdruck der Zusammensetzung des Minerals. Sjögren betrachtet dasselbe auf Grund seines Verhaltens beim Erhitzen als Verbindung des normalen Salzes  $[\text{AsO}_4]^3\text{Mn}^3$  mit dem Hydrat  $3\text{MnO}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Um jedoch über die Anwesenheit von Krystallwasser urtheilen zu können, hätte das Mineral unter Luftabschluss erhitzt werden müssen.

**Chondroarsenit**  $[\text{AsO}_4]^2(\text{Mn,Ca,Mg})[\text{Mn.OH}]^4\cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  Krystallform?

Anmerk. Wenn der geringe Wassergehalt unwesentlich wäre, würde das Mineral in die Gruppe des Dihydrat gehören.

**Xanthoarsenit** ist ungefähr:  $[\text{AsO}_4]^2(\text{Mn,Mg,Fe,Ca})[\text{Mn.OH}]^4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , also nur durch den Wassergehalt von Chondroarsenit verschieden. Beide Mineralien bedürfen noch weiterer Untersuchung.

**Ludlamit**  $[\text{PO}_4]^4\text{Fe}^3[\text{Fe.OH}]^2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$  Monosymm.  $2,2527 : 1 : 1,9820$   $100^\circ 33'$   
**Konichalcit**  $(\text{As,P,V})\text{O}_4(\text{Cu,Ca})[\text{Cu.OH}]\cdot \frac{1}{4}\text{H}_2\text{O}$  Krystallform?  
**Pseudolibethenit**  $\text{PO}_4\text{Cu}[\text{Cu.OH}]\cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  „  
**Tagilit**  $\text{PO}_4\text{Cu}[\text{Cu.OH}]\cdot \text{H}_2\text{O}$  Monosymm.

Anmerk. Die Zusammensetzung dieses Salzes ist analog der des basischen Nitrats Gerhardt (s. S. 50).

**Euchroit**  $\text{AsO}_4\text{Cu}[\text{Cu.OH}]\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  Rhombisch  $0,6088 : 1 : 1,0379$   
**Ehlit**  $[\text{PO}_4]^2\text{Cu}[\text{Cu.OH}]^4\cdot \text{H}_2\text{O}$  Krystallform?

Anmerk. Siehe Anmerkung zum Dihydrat S. 77. Eine kleine Menge des Phosphors ist hier durch Vanadin vertreten.

**Leukochalcit** hat nach einer approximativen Analyse die Zusammensetzung:  $\text{AsO}_4\text{Cu}[\text{Cu.OH}]\cdot \text{H}_2\text{O}$ .

**Cornwallit**  $[\text{AsO}_4]^2\text{Cu}[\text{Cu.OH}]^4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$  Krystallform?  
**Tirolit**  $[\text{AsO}_4]^2\text{Cu}[\text{Cu.OH}]^4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  „  
 (Kupferschaum)  
**Volborthit** z. Th.  $\text{VO}_4[(\text{Cu,Ca,Ba})\text{OH}]^3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  „  
 (V. von Perm)

## 2. Gruppe. (Ueberbasische Salze zweiwerthiger Metalle.)

**Kupferglimmer**  $\text{AsO}_4[\text{Cu.OH}]^3\cdot \text{Cu}[\text{OH}]^2\cdot 3\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  Hexag. rhomboëdr.  $1 : 2,5536$   
 (Chalkophyllit)  
**Veselyit**  $2(\text{As,P})\text{O}_4[(\text{Cu,Zn})\text{OH}]^3\cdot 9(\text{Cu,Zn})[\text{OH}]^2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  Asymmetrisch  
 $0,7101 : 1 : 0,9134$   $89^\circ 31'$   $103^\circ 50'$   $89^\circ 34'$



## 3. Gruppe. (Basische Salze dreierwerthiger Metalle.)

<b>Würfelerz</b> (Pharmakoiderit)	$[\text{AsO}_4]^3\text{Fe}[\text{Fe.OH}]^3.6\text{H}_2\text{O}$	Regulär tetr. hemiëdr.
<b>Eleonorit</b>	$[\text{PO}_4]^3[\text{Fe.OH}]^3.2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Monosymm. $\frac{a}{2,755} : \frac{b}{1} : \frac{c}{4,0157}$ $131^{\circ}27'$
<b>Wavellit</b>	$[\text{PO}_4]^3[\text{Al.OH}]^3.4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch $0,5048 : 1 : 0,3750$

Anmerk. Kenngott's **Kapnicit** ist wahrscheinlich mit Wavellit identisch.

<b>Beraunit</b>	$[\text{PO}_4]^3\text{Fe}^5[\text{OH}]^6.3\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
-----------------	---	---------------

Anmerk. Nach Bertrand ist der Beraunit identisch mit dem Eleonorit. Der **Picit**,  $[\text{PO}_4]^4\text{Fe}^7[\text{OH}]^9.13\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , scheint nicht homogen zu sein. Das Gleiche dürfte gelten für den **Richellit**, für welchen die Formel  $[\text{PO}_4]^3\text{Fe}^6[\text{Fe}(\text{OH},\text{Fl})]^4[\text{FeO}]$  angegeben wird.

<b>Kalait</b> (Türkie)	$\text{PO}_4\text{Al}^3[\text{OH}]^3.\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
---------------------------	--	---------------

Anmerk. Das Mineral enthält eine sehr fein vertheilte Beimengung einer Kupfer- und Eisenoxydulverbindung. Nimmt man an, dass diese ein normales Phosphat sei, so resultirt für die reine Substanz die obige Formel, welche, da fast das ganze Wasser erst bei Rothgluth fortgeht, vielleicht auch als  $\text{PO}_4\text{H}[\text{Al}(\text{OH})^2]^3$ , d. h. als eine Verbindung ohne Krystallwasser, aufgefasst werden kann.

<b>Peganit</b>	$\text{PO}_4\text{Al}^3[\text{OH}]^3.1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch $\frac{a}{0,499} : \frac{b}{1} : \frac{c}{?}$
<b>Fischerit</b>	$\text{PO}_4\text{Al}^3[\text{OH}]^3.2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	" $0,5937 : 1 : ?$
<b>Kakoxen</b>	$\text{PO}_4\text{Fe}^2[\text{OH}]^3.4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Monosymmetrisch oder asymmetrisch
<b>Eisensinter</b>	$\text{AsO}_4\text{Fe}^2[\text{OH}]^3.4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
<b>Evansit</b>	$\text{PO}_4\text{Al}^3[\text{OH}]^6.6\text{H}_2\text{O}$	"

Anmerk. **Planerit** und **Coeruleolactit** unterscheiden sich vom Evansit durch den geringeren Wassergehalt ( $1\frac{1}{2}$  resp.  $2\text{H}_2\text{O}$ ); ausserdem enthalten sie etwas Kupfer, von dem es zweifelhaft ist, ob es zur Constitution dieser schwerlich ganz homogenen Substanzen gehört.

<b>Delvauxit</b>	$[\text{PO}_4]^2\text{Fe}^4\text{O}[\text{OH}]^4.18\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
------------------	--	---------------

Anmerk. Church betrachtet den Delvauxit als einen unter Wasseraufnahme zersetzten Kraurit.

## 4. Gruppe. (Basische Salze drei- und zweierwerthiger Metalle.)

<b>Calcioferrit</b>	$[\text{PO}_4]^4(\text{Fe}, \text{Al})^3[\text{OH}]^3(\text{Ca}, \text{Mg})^3.8\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?
<b>Mazapilit</b>	$[\text{AsO}_4]^4\text{Fe}^4[\text{OH}]^6\text{Ca}^3.3\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch $\frac{a}{0,8616} : \frac{b}{1} : \frac{c}{0,9969}$
<b>Boryckit</b>	$[\text{PO}_4]^2\text{Fe}^4[\text{OH}]^6\text{Ca}^3.3\text{H}_2\text{O}$	Krystallform?

Anmerk. **Attakolith** ist ein Thonerde-Kalk-Manganophosphat, für welches seiner Beimengungen wegen keine Formel angegeben werden kann.

<b>Eosphorit</b>	$\text{PO}_4\text{Al}[\text{OH}]^2(\text{Mn}, \text{Fe}).\text{H}_2\text{O}$	Rhombisch $\frac{a}{0,7768} : \frac{b}{1} : \frac{c}{0,5150}$
<b>Childrenit</b>	$\text{PO}_4\text{Al}[\text{OH}]^2(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca}).\text{H}_2\text{O}$	" $0,7399 : 1 : 0,4756$

Anmerk. Dem Childrenit ist hier nach dem Vorschlage von Brush und Dana diejenige Stellung ertheilt, welche seine Isomorphie mit dem Eosphorit zum Ausdrucke bringt, d. h. es ist Miller's Brachydoma  $n(\{021\} = 2\bar{P}\infty)$  zum primären Prisma und die vorherrschende Pyramide  $r$  (e in Naumann-Zirkel) als  $\{121\} 2\bar{P}2$  genommen.

<b>Chenevixit</b>	$[\text{AsO}_4]^3[\text{FeO}]^2\text{Cu}^3.3\text{H}_2\text{O}$	Krystallf.?
<b>Chalkosiderit</b>	$[\text{PO}_4]^4(\text{Fe}, \text{Al})^2[\text{FeO}]^4\text{Cu}.8\text{H}_2\text{O}$	Asymmetr.
<b>Lirokonit</b> (Linseners)	$[\text{AsO}_4]^5\text{Al}^4\text{Cu}^9[\text{OH}]^{15}.20\text{H}_2\text{O}$	Monosymm. $\frac{a}{1,6809} : \frac{b}{1} : \frac{c}{1,3190}$ $91^{\circ}27'$

Anmerk. Diese wenig einfache Formel kann gegenüber den Schwankungen, welche die vorhandenen Analysen aufweisen, kaum als definitiv betrachtet werden.

Für die folgenden überbasischen Salze können nur empirische Formeln aufgestellt werden:

**Goyazit**  $P^3O^{10}Al^{10}Ca^3 \cdot 9H^2O$  Tetragonal oder Hexagonal

Anmerk. Wahrscheinlich die Verbindung eines basischen Phosphates mit einem Aluminat.

**Hitchcockit**  $P^2O^{12}Al^4Pb \cdot 9H^2O$  Hexagonal

Anmerk. Wahrscheinlich die Verbindung eines Phosphates mit einem Aluminat, etwa  $[PO^4]^3[Al.OH]^3 \cdot AlO^2PbH \cdot 7H^2O$ . Die verschiedenen Varietäten des sogen. „Bleigummi“, von denen eine ebenfalls als hexagonal erkannt worden ist, besitzen einen geringeren Phosphorsäure- und einen zum Theil bedeutend höheren Bleigehalt; die Analysen derselben differiren aber so sehr, dass es unmöglich ist, irgend eine Formel für das Mineral aufzustellen.

### 5. Gruppe. (Wismuth- und Uransalze.)

**Rhagit**  $[AsO^4]^4Bi[BiO]^9 \cdot 8H^2O$  Krystallform?

Anmerk. Da nur eine Analyse nicht ganz reinen Materials existirt, ist die obige Formel nur als ein vorläufiger Ausdruck der Zusammensetzung des Minerals anzusehen.

**Phosphuranylit**  $[PO^4]^3[UO^2]^3 \cdot 6H^2O$  Krystallform?

**Trögerit**  $[AsO^4]^2[UO^2]^3 \cdot 12H^2O$  Monosymm.  $\overset{a}{0,70} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,42} \quad 100^\circ \text{ circa}$

Anmerk. Das erstere Mineral hat nach Genth die obige Zusammensetzung (allerdings enthielt das analysirte Material ziemlich beträchtliche Verunreinigungen, aus Quarz und wahrscheinlich aus Cerussit bestehend, und ausserdem lag zur Analyse nur eine sehr kleine Quantität vor).

<b>Kalkuranit</b> (Autanit)	$[PO^4]^3[UO^2]^2Ca \cdot 8H^2O$	Rhombisch	$\overset{a}{0,9876} : \overset{b}{1} : \overset{c}{2,8530}$
<b>Uranospinit</b>	$[AsO^4]^2[UO^2]^2Ca \cdot 8H^2O$	„	1,00 : 1 : 2,9123
<b>Uranocircit</b> (Baryumuranit)	$[PO^4]^3[UO^2]^2Ba \cdot 8H^2O$	„	?
<b>Kupferuranit</b> (Torbernit)	$[PO^4]^3[UO^2]^2Cu \cdot 8H^2O$	Tetragonal	1 : 1 : 2,9382
<b>Zeunerit</b>	$[AsO^4]^2[UO^2]^2Cu \cdot 8H^2O$	„	1 : 1 : 2,9123

Anmerk. Für den Kalkuranit giebt ein Theil der Analysen 2 bis 4 Moleküle  $H^2O$  mehr, welche aber, zusammen mit einem Theile des Krystallwassers, schon beim Trocknen über Schwefelsäure entweichen; da so vollkommen spaltbare, dünnblättrige Substanzen (wie man zuerst beim Glimmer erkannt hat) ziemlich beträchtliche Mengen hygroskopischen Wassers enthalten, so ist jenes Mehr an Wasser gewiss in letzterer Form vorhanden, und es kann nicht bezweifelt werden, dass alle sogenannten Uranglimmer die gleiche Formel mit nur  $8H^2O$  besitzen; dies beweist ausserdem die nahe Beziehung, in welcher ihre Krystallformen zu einander stehen. Mit dem Kalkuranit ist nämlich isomorph der Uranospinit und jedenfalls auch der nicht genau messbare, aber in Habitus und optischen Eigenschaften übereinstimmende Baryumuranit (auch hier gaben die Analysen etwas mehr Wasser, als es der Formel entspricht). Wie aus dem obigen Axenverhältniss hervorgeht, ist die rhombische Form der beiden Kalksalze, des Phosphats und des isomorphen Arseniats, einer tetragonalen so nahestehend, dass bei dem letzteren sogar der Unterschied der Axen a und b nicht hat durch Messung nachgewiesen werden können. Die gewöhnliche Combination dieser Mineralien ist nämlich diejenige der Basis mit zwei gleich gross ausgebildeten Domen von fast genau gleicher Neigung (dieselben sind hier als  $\{101\} \bar{P} \infty$  und  $\{011\} \bar{P} \infty$  angenommen, während Naumann dieselben als  $2\bar{P} \infty$  und  $2\bar{P} \infty$  bezeichnet); diese Combination steht also einer spitzen tetragonalen Pyramide mit Basis äusserst nahe. Die Form der Krystalle von Kupferuranit ist nun damit ganz übereinstimmend (die Winkeldifferenzen betragen nur wenige Minuten, die Spaltbarkeit ist die gleiche), aber sie sind

optisch einaxig und daher wirklich tetragonal; will man die fast vollkommene Identität beider Formen, der tetragonalen und der rhombischen anscheinend tetragonalen, im Axenverhältniss zum Ausdruck bringen, so muss man die Pyramide des Kupferuranit den domatischen Flächen des Autunit parallel stellen, d. h. mit  $\{101\} P\infty$  bezeichnen, wie es bei der Berechnung des obigen Axenverhältnisses geschehen ist.

- Wir haben somit im Kalk- und Kupferuranit zwei Verbindungen von ganz analoger Constitution vor uns, deren Krystalle in ihren Winkeln, Spaltbarkeit u. s. w. ausserordentlich ähnlich sind, aber trotzdem verschiedenen Krystallsystemen angehören. Die einfachste Erklärung dieser Thatsache besteht in der Annahme, dass die optisch einaxigen Krystalle des Torbernit und Zeunerit aufgebaut sind aus alternirenden gekreuzten basischen Lamellen von optisch zwei-axigem Charakter. Es würde alsdann die in der Einleitung S. 3 angeführte zweite Art der Dimorphie vorliegen, und wir müssten annehmen, dass auch der Autunit unter Umständen einen derartigen Zwillingsbau anzunehmen im Stande sei und alsdann in optisch einaxigen Krystallen erscheinen würde, welche mit denen des Kupferuranit vollkommen isomorph wären, ebenso wie dieser auch in einfachen Krystallen von der rhombischen Form des Autunit auftreten könnte.

Durch Brezina ist nachgewiesen worden, dass der Kalkuranit von Johanngeorgenstadt monosymmetrisch krystallisire mit dem Axenverhältniss  $a:b:c = 0,3463:1:0,3525$ ;  $\beta = 90^\circ 30'$ , d. h. dass die oben als Basis der rhombischen Krystalle angenommene Ebene der vollkommensten Spaltbarkeit die einzige Symmetrieebene sei. Wenn die chemische Identität des bisher noch nicht analysirten Autunit vom genannten Fundorte mit den übrigen nachgewiesenen wäre, so müsste man mit grosser Wahrscheinlichkeit für alle oben als rhombisch betrachteten Formen eine der rhombischen Symmetrie zwar sehr nahe stehende, in Wirklichkeit aber monosymmetrische Gestalt annehmen. An den auseinandergesetzten, zwischen den verschiedenen Gliedern dieser isodimorphen Gruppe herrschenden Beziehungen würde dadurch Nichts geändert, nur müssten dieselben dann durch eine von der obigen abweichende Aufstellung der Krystalle zum Ausdruck gebracht werden.

Fritzscheit nannte Breithaupt einen rothen, mit Autunit verwachsenen Uranglimmer, welcher Phosphorsäure, Vanadinsäure, Uran, Mangan und Wasser enthält.

**Mixit**  $[\text{AsO}_4]^3 \text{BiCu}^{10}[\text{OH}]^3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Monosym. od. asym.

**Walpurgin**  $\text{As}_4\text{O}_{28}\text{Bi}^{10}[\text{UO}_2]^3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  Asym.  $0,6862:1:?, 70^\circ 44' 114^\circ 8' 85^\circ 30'$

## E. Wasserhaltige Verbindungen von Phosphaten und Arseniaten mit Carbonaten, Sulfaten und Boraten.

### 1. Gruppe.

**Dahlit**  $\text{CO}_3[\text{PO}_4]^4 \text{Ca}^7 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$  Hexag. od. tetrag.

Anmerk. Das nur faserig bekannte Mineral enthält kleine Mengen Eisenoxydul und Alkalien.

**Rivotit** besteht aus Antimonsäure, Kohlensäure und Kupfer.

### 2. Gruppe.

**Svanbergit**  $[\text{SO}_4]^2[\text{PO}_4]^2[\text{AlO}]^6[\text{Ca.OH}]\text{Na}^3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  Hexag. rhomboëdr.  $1:1,236$

Anmerk. Diese Formel ist nur ein vorläufiger Ausdruck der einen vorhandenen Analyse. Sehr nahe diesem Mineral steht der ebenfalls rhomboëdrische **Beudantit**, für welchen einige Analysen annähernd die Zusammensetzung  $[\text{SO}_4]^5[\text{PO}_4]^3[\text{FeO}]^{13}\text{Pb}^3 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , zum Theil As für P, ergaben, andere aber so abweichende Zahlen lieferten, dass die Aufstellung einer allgemeinen Formel für die bisher untersuchten Varietäten nicht möglich ist.

**Lindackerit**  $[\text{SO}_4][\text{AsO}_4]_4\text{Cu}_6\text{Ni}_3[\text{OH}]_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  Krystallform?

**Arseneisensinter**  $[\text{SO}_4]_3[(\text{As,P})\text{O}_4]_{10}\text{Fe}_{20}[\text{OH}]_{24} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  Amorph.  
(Pitticit)

Anmerk. Obige Formel bezieht sich auf den A. von Schriesheim; andere Vorkommen sind frei von Phosphorsäure, geben aber so verschiedene Zahlen für das Verhältniss des Sulfats zum Arseniat, dass wohl keine homogenen Substanzen, sondern Gemenge vorliegen müssen. Dasselbe gilt für den **Ganomatit** (**Gänseköthigers**), welcher z. Th. ein Antimonsäure enthaltender Pitticit sein dürfte.

### 3. Gruppe.

**Lüneburgit**  $[\text{BO}_3]_2\text{Mg} \cdot 2 \text{PO}_4\text{MgH} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Krystallform?

---

Feb 1857

Polysiliciumsäure.  $\text{SiO}^4\text{H}^+$ ,  $\text{SiO}^3\text{H}^+$ ,  $\text{Si}^2\text{O}^7\text{H}_6$ ,  $\text{Si}^2\text{O}^5\text{H}^+$ , etc.

## IX. Classe.

### Silikate,

Titanate, Zirconiate, Thorate, Stannate.

#### Einleitung.

werthigen Silicium  $\text{Si}[\text{OH}]^4$ , die sogenannte „Orthosilicium“, durch Abspaltung von Wasser aus andere Hydroxyde überzugehen, in welchen, im Falle letztere paarweise durch je ein Sauerstoffatom versetzt sind im freien Zustande ebenfalls wenig (oder mehrerer derselben) und zerfallen leicht weiter während ihre Salze sehr beständige Verbindungen darstellen. In der That, die Menge der Basen zu derjenigen der Kieselsäure vergrößert wird die Zahl dieser Verhältnisse weiter beträchtlich fähig ist, sowohl basische als saure Salze zu bilden, besonders Aluminium- und Ferriverbindungen (entweder Thonerde und Eisenoxyd basische Salze bilden), Gruppe  $\text{AlO}$  oder  $\text{FeO}$  den Wasserstoff der Säure ersetzen der genannten dreiwertigen Metalle durch die Gruppe  $\text{AlOH}$  oder die einwertige  $\text{Al}[\text{OH}]^3$ . Einwertige Metalle basische Salze bilden, z. B. der Lithium werden durch die einwertige Gruppe  $\text{Mg}[\text{OH}]^2$ . Kieselsäure auch saure Salze abgeleitet werden, d. h.

Wasserstoff durch Metalle ersetzt ist, daher hier an ihnen vorhanden sind. Derartige saure, ebenso wie die basischen verhalten sich insofern übereinstimmend, als sie abgespalten. Es ist daher nicht möglich, in einem einzigen derselben der Fall ist, beim Glühen Wasser

Metalle oder an Silicium gebunden war, ob man es also mit einem basischen Salze einer oder einem sauren Salze einer anderen Kieselsäure



Handwritten notes: "Kieselsäure", "Zirkon", "Titan", "Stann".

**Lindackerit**  $[\text{SO}_4][\text{AsO}_4]^4\text{Cu}^6\text{Ni}^3[\text{OH}]^4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  Krystallform

**Arseneisensinter**  $[\text{SO}_4]^3[(\text{As},\text{P})\text{O}_4]^{10}\text{Fe}^{20}[\text{OH}]^{24} \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$  Amorph.  
(Pitticit)

Anmerk. Obige Formel bezieht sich auf den A. von Schriesheim: sind frei von Phosphorsäure, geben aber so verschiedene Zahlen für das V. zum Arseniat, dass wohl keine homogenen Substanzen, sondern Gemeng. Dasselbe gilt für den **Ganomatit** (**Gänseköthigers**), welcher z. Th. ein Antim Pitticit sein dürfte.

### 3. Gruppe.

**Lüneburgit**  $[\text{BO}_2]^2\text{Mg} \cdot 2 \text{PO}_4\text{MgH} \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  Krystallform

---

Feb 18 91

Blykieselsäure.  $\text{SiO}^4\text{H}^+$ ,  $\text{SiO}^3\text{H}^+$ ,  $\text{Si}^2\text{O}^7\text{H}_6$ ,  $\text{Si}^2\text{O}^5\text{H}^+$ , etc.

## IX. Classe.

### Silikate,

### Titanate, Zirconiate, Thorate, Stannate.

#### Einleitung.

Das normale Hydroxyd des vierwerthigen Silicium  $\text{Si}[\text{OH}]_4$ , die sogenannte „Orthokieselsäure“, besitzt die Eigenschaft, äusserst leicht, durch Abspaltung von Wasser aus einem oder mehreren Molekülen, in andere Hydroxyde überzugehen, in welchen, im Falle mehrere Siliciumatome enthalten, letztere paarweise durch je ein Sauerstoffatom verknüpft sind. Diese abgeleiteten Kieselsäuren sind im freien Zustande ebenfalls wenig beständig (etwas stabiler sind die Aether mehrerer derselben) und zerfallen leicht weiter in  $\text{H}_2\text{O}$  und das Anhydrid  $\text{SiO}_2$ , während ihre Salze sehr beständige Verbindungen darstellen. Je nachdem die letzteren Metallderivate der einen oder der anderen Säure des Silicium sind, stehen in derselben die Mengen der Basen zu derjenigen der Kieselsäure in verschiedenem Verhältniss. Vergrössert wird die Zahl dieser Verhältnisse weiter dadurch, dass jede dieser Säuren natürlich fähig ist, sowohl basische als saure Salze zu bilden. Im ersteren Falle sind es besonders Aluminium- und Ferriverbindungen (entsprechend der Leichtigkeit, mit welcher Thonerde und Eisenoxyd basische Salze bilden), in denen entweder die einwerthige Gruppe  $\text{AlO}$  oder  $\text{FeO}$  den Wasserstoff der Säure substituirt, oder ein Theil der Valenzen der genannten dreiwertigen Metalle durch Hydroxyl gesättigt ist (zweiwerthige Gruppe  $\text{AlOH}$  oder die einwerthige  $\text{Al}[\text{OH}]^2$ ). Ebenso können natürlich auch zweiwerthige Metalle basische Salze bilden, z. B. der Wasserstoff der Säure kann ersetzt werden durch die einwerthige Gruppe  $\text{Mg}[\text{OH}]$ . Andererseits können von jeder Kieselsäure auch saure Salze abgeleitet werden, d. h. solche, in denen nicht der gesammte Wasserstoff durch Metalle ersetzt ist, daher hier an Silicium gebundene Hydroxylgruppen vorhanden sind. Derartige saure, ebenso wie die Hydroxyl enthaltenden basischen Salze verhalten sich insofern übereinstimmend, als sie beide in hoher Temperatur Wasser abspalten. Es ist daher nicht möglich, in einem Silikate, welches, wie es bei sehr vielen derselben der Fall ist, beim Glühen Wasser abspaltet, zu entscheiden, ob dieses an Metalle oder an Silicium gebunden war, ob man es vielmehr mit einem basischen Salze einer oder einem sauren Salze einer anderen Kieselsäure

zu thun hat. Dieselbe Unsicherheit über die eigentliche Constitution der in der Natur vorkommenden Silikate besteht aber auch bei denjenigen, welche beim Erhitzen kein Wasser abgeben, also nur aus Silicium, Sauerstoff und Metallen bestehen, denn es ist stets möglich, ein solches Salz nicht nur auf eine Kieselsäure (deren neutrales Salz es darstellen würde), sondern auch als basisches Salz auf verschiedene andere Säuren zurückzuführen, so dass also für die Umwandlung der empirischen Formel (welche nur die Zahl der Si-, O- und Metall-Atome angiebt) in eine rationelle die Wahl zwischen den Formeln einer oft sehr grossen Reihe von Isomeren offen steht.

Eine Entscheidung über die Constitution eines Silikates auf analytischem Wege ist meistens desshalb nicht möglich, weil die Mehrzahl der kieselsauren Salze von so grosser Beständigkeit ist, dass kein allmählicher Abbau des Moleküls, wie bei organischen Verbindungen, vorgenommen werden kann, sondern die Zerlegung nur durch so energisch wirkende Reactionen ermöglicht wird, dass immer die gleichen Endproducte entstehen. Anders verhält es sich bei den in der Natur vor sich gehenden Zersetzungen der Silikate. Diese erfolgen mittelst sehr schwach wirkender Agentien, welche nur vermöge der ausserordentlich langen Dauer ihrer Einwirkung chemische Veränderungen in den Mineralien hervorzubringen im Stande sind, und zwar oft solche, bei denen Substanzen entstehen, welche noch einem Theil der Atomgruppen des ursprünglichen Minerals enthalten. Ist nun, wie in den sogenannten „Pseudomorphosen“, die Krystallform des letzteren noch erhalten und gestattet, dasselbe sicher zu bestimmen, so kann die Vergleichung seiner chemischen Zusammensetzung mit derjenigen des Umwandlungsproductes zu wichtigen Schlüssen auf die eigentliche Constitution beider führen, wie weiterhin gezeigt werden soll. Die künstliche Einleitung derartiger chemischer Processe muss desshalb als ein wichtiges Ziel mineral-chemischer Forschung betrachtet werden.

Ebenso wichtige Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Constitution eines Silikatmoleküls von complicirter Zusammensetzung würde der synthetische Aufbau derselben aus einfacher constituirten Siliciumverbindungen liefern, ein Weg, welcher fast noch unbetreten ist, da die bisherigen Versuche über Mineralsynthese meist die Herstellung derselben aus ihren einzelnen Bestandtheilen betraf, gerade so, wie die analytische Mineralchemie sich bisher ausschliesslich auf die Bestimmung der Quantitätsverhältnisse der letzten Bestandtheile, des Silicium, der einzelnen Metalle u. s. w. beschränkt hat.

Trotzdem, dass es also an experimentellen Grundlagen zur Aufstellung von Constitutionsformeln der Silikate zur Zeit noch mangelt, lässt sich doch für eine nicht unerhebliche Zahl derselben mit grosser Wahrscheinlichkeit die Structur angeben. Sobald nämlich eine bestimmte Theorie über die letztere ungleich viel einfacher ist, als alle anderen, so muss dieselbe desshalb bevorzugt werden, weil Verbindungen von einfacher chemischer Structur im Allgemeinen beständiger sind, als solche von grösserer Complication der Structur (neutrale Salze z. B. beständiger als basische), und weil es sich bei den Mineralien ja meist um Körper von besonders grosser Stabilität handelt. Auch sprechen die Bildungsverhältnisse derselben in der Natur, worauf Clarke besonders aufmerksam gemacht hat, durchaus für eine möglichst einfache chemische Structur. Die Wahr-

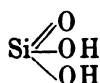
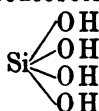
*Ischermak*



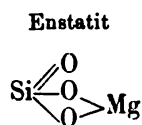
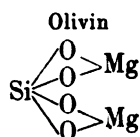
scheinlichkeit, welche in solchen Fällen die Auffassung von der Constitution eines vorliegenden Silikates besitzt, kann aber nahezu zur Gewissheit gesteigert werden, wenn diese Auffassung übereinstimmt mit der chemischen Natur des Umwandlungsproducts des Minerals, mit seinen krystallographischen Beziehungen u. s. w. Dies wird in den folgenden allgemeinen Erörterungen über die Silikate an mehreren Beispielen gezeigt werden.

Ausgehend von dem normalen Hydroxyd des Silicium, sollen nunmehr die einfachsten davon abzuleitenden Kieselsäuren in Bezug auf die Möglichkeit, die natürlichen Silikate auf sie zu beziehen, besprochen werden:

Orthokieselsäure      Metakieselsäure

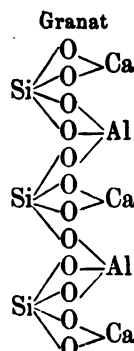
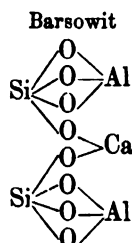


Von diesen beiden Säuren leitet sich die zweite von der ersten durch Austritt eines Moleküls Wasser ab. Da beide auch im freien Zustande existenzfähig sind und die weit-aus einfachsten Hydroxylverbindungen des Silicium darstellen, so ist es a priori anzunehmen, dass keine andere Kieselsäure von complicirterer Structur mit Basen so leicht neutrale Salze zu bilden im Stande sei, als jene beiden. In der That, lässt man die Oxyde zweiwerthiger Metalle, wie Magnesium, Mangan, auf Kieselsäureanhydrid unter Umständen einwirken, unter denen Salzbildung erfolgen muss, und zwar in Quantitätsverhältnissen, welche zwischen denen eines neutralen Orthosilikates und Metasilikates intermediär sind und dem Salz irgend einer complicirteren Säure entsprechen, so entsteht niemals ein solches, sondern stets ein Gemenge zweier Salze, von denen eines genau der Formel eines neutralen Orthosilikates, das andere die eines ebensolchen Metasilikates besitzt. Dies haben die interessanten, unter verschiedenen Umständen ausgeführten Versuche von Bourgeois und von Gorgeu über die Darstellung von Tephroit und Rhodonit gezeigt; dieselbe Erscheinung tritt ein, wenn Mg, Fe, Ca sich in Schlacken zu krystallisirten Verbindungen mit Kieselsäure vereinigen; nach demselben Gesetze hat sich in der Natur aus einem Mg und Si enthaltenden Magma von intermediärer Zusammensetzung ein Gemenge von Olivin,  $\text{SiO}_4\text{Mg}^2$ , und Enstatit,  $\text{SiO}_3\text{Mg}$ , gebildet. Es kann hiernach kaum ein Zweifel bestehen, dass der Olivin und die demselben isomorphen Mineralien neutrale Salze der Orthokieselsäure, der Enstatit und die mit ihm chemisch verwandten Körper ebensolche der Metakieselsäure seien. Jede andere Auffassung ihrer Constitution würde aber auch desshalb in höchstem Grade unwahrscheinlich sein, weil jene der einzig einfachen, ja eigentlich vom chemischen Standpunkt fast allein möglichen Constitutionsformel entspricht, welche somit sein würde für:

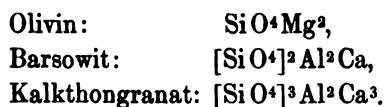


Treten drei- und zweiwerthige Metalle zugleich in der Verbindung auf, so muss eine solche das Radical der Säure, d. h.  $\text{SiO}_4$  im Falle der eines Orthosilikates,  $\text{SiO}_3$  im

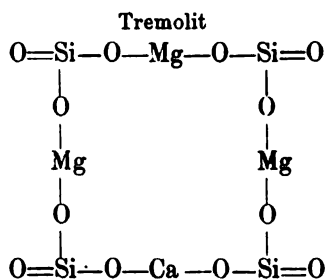
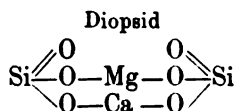
Fälle eines Metasilikates, mehrere Mal enthalten. So sind z. B. die weitaus einfachsten Constitutionsformeln, welche man einerseits dem Barsowit (und dem Danburit, in welchem das Al durch Bor ersetzt ist), andererseits dem Kalkthongranat als Repräsentanten der Granatgruppe, beilegen kann, die folgenden:



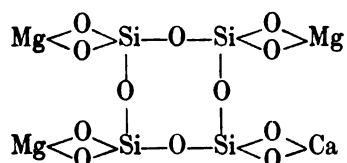
Für die letztere Formel könnte man allerdings auch eine Anordnung wählen, in welcher die  $[\text{SiO}_4]$ -Gruppen ringförmig angeordnet sind und jede derselben mit jeder anderen durch Ca- und Al-Atome zusammengehalten werden. Verzichtet man jedoch auf jede derartige Annahme über die Lagerung der Atome im Molekül und beschränkt sich lediglich auf die einfache und in hohem Grade wahrscheinliche Annahme, dass vorstehende Silikate neutrale Salze der Orthokieselsäure seien, so gelangt man zu folgenden Ausdrücken für ihre Zusammensetzung, welche zugleich als Schema für die im systematischen Theile angewandte Schreibart der Formeln derartiger Silikate dienen sollen:



Diopsid und Tremolit besitzen dasselbe Verhältniss von Silicium zum zweiwerthigen Metall, wie Enstatit, von ihnen enthält aber der erstere 1 Atom Ca und 1 Atom Mg, letzterer 3 Atome Mg und 1 Atom Ca, ihre Formeln müssen also 2, resp. 4 Atome Si enthalten. Führen wir sie wegen ihrer nahen krystallographischen Beziehung zum Enstatit, wie diesen, auf die Metakieselsäure zurück, so erhalten wir zugleich die denkbar einfachsten Constitutionsformeln für dieselben, nämlich:



Dem Tremolit könnte indess auch statt der obigen die folgende Constitution zugeschrieben werden:



Danach wäre er das Salz einer mit  $\text{SiO}[\text{OH}]^2$  polymeren Säure, deren Aethyläther existirt und zwar mit der dem vierfachen Molekül entsprechenden Dampfdichte.

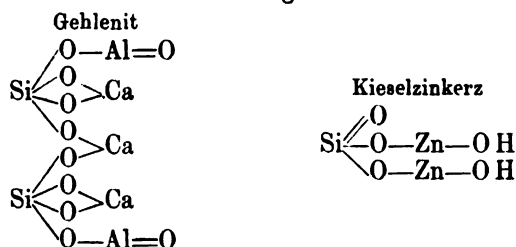
Verzichten wir dagegen auch hier wieder auf jede, nicht zu beweisende Hypothese über die nähere Bindung der Atome und beschränken uns lediglich auf die Annahme, dass diese Verbindungen neutrale Salze der Metakieselsäure seien, d. h. das zweiwerthige Radical  $\text{SiO}^3$  enthalten, so gestalten sich ihre Formeln in folgender einfacher Weise:

Enstatit:  $\text{SiO}^3\text{Mg}$ ,

Diopsid:  $[\text{SiO}^3]^2\text{MgCa}$ ,

Tremolit:  $[\text{SiO}^3]^4\text{Mg}^3\text{Ca}$ .

Was nun die basischen Salze betrifft, so geht die Nothwendigkeit der Existenz solcher aus dem Umstande hervor, dass eine ziemlich grosse Anzahl von Silikaten mehr Metallatome enthält, als es der empirischen Formel  $\text{SiO}^4\text{R}^4$  entspricht; da das Silicium vierwerthig ist, können in keinem Falle mehr als vier einwerthige oder zwei zweiwerthige Atome oder ein ein- und ein dreiwerthiges Atom der Metalle in einem neutralen kieselsauren Salze enthalten sein; jedes mehr Metall enthaltende Silikat muss ein basisches Salz irgend einer Kieselsäure sein, d. h. es muss entweder die Metalle in sauerstoffhaltigen Gruppen (wie  $\text{AlO}$  u. a.) oder ihre Valenzen z. Th. durch Hydroxyl gesättigt ( $\text{Al.OH}$  oder  $\text{Al}[\text{OH}]^2$  etc.) enthalten (s. S. 9 unten). Die Mehrzahl der hierher gehörigen Mineralien lässt sich nun in der That in ungezwungener Weise als basische Salze auf eine der beiden einfachsten, in Rede stehenden Kieselsäuren zurückführen. Wenn wir z. B. im Gehlenit einen Körper von der empirischen Zusammensetzung  $\text{Si}^2\text{O}^{10}\text{Al}^2\text{Ca}^3$  haben und im Kieselzinkerz einen solchen mit dem Atomverhältniss  $\text{SiO}^3\text{Zn}^2\text{H}^2$ , welcher erst bei starkem Glühen 1 Mol.  $\text{H}^2\text{O}$  abgibt, also 2  $[\text{OH}]$  enthalten muss, so können wir uns keine annähernd so einfache Vorstellung von der Constitution dieser Substanzen machen, als die durch folgende Constitutionsformel ausgedrückte:

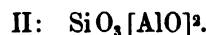
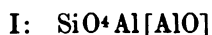


Unter dieser Annahme der Ableitung des ersteren Minerals von der Orthokieselsäure, des letzteren von der Metakieselsäure, gestalten sich die für dieselben im systematischen Theile adoptirten Formeln in folgender einfacher Weise:

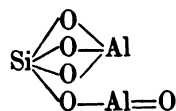
Gehlenit:  $[\text{SiO}^4]^2[\text{AlO}]^2\text{Ca}^3$ ,

Kieselzinkerz:  $\text{SiO}^3[\text{Zn.OH}]^2$ .

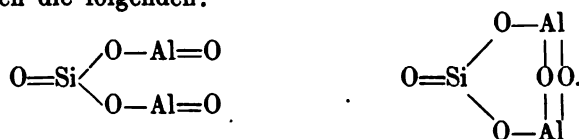
Ein Salz von der Zusammensetzung  $\text{SiO}^3\text{Al}^2$  kann man mit gleicher Wahrscheinlichkeit von der Ortho-, wie von der Metakieselsäure ableiten; im ersten Falle erhält man die Formel I, im zweiten II:



Nun giebt es in der That zwei chemisch ganz verschieden sich verhaltende Mineralien von der angegebenen empirischen Zusammensetzung, Andalusit und Disthen, und es entsteht die Frage, welchem von beiden die eine und welchem die andere Formel mit grösserer Wahrscheinlichkeit zuzuschreiben wäre. Hierfür kann besonders als Anhalt dienen der grosse Unterschied in der Zersetzbarkeit jener Körper; da nämlich die Beobachtung in der Natur gelehrt hat, dass von den beiden kieselsauren Salzen eines Metalls das metasaure weit schwerer zersetzbar ist, als das Orthosilikat (Beispiel: Enstatit  $\text{SiO}^3\text{Mg}$  und Olivin  $\text{SiO}^4\text{Mg}^2$ ), so muss man dem leichter zersetzbaren Andalusit die Structur:



zuschreiben, welche abgekürzt durch die obige Formel I:  $\text{SiO}^4\text{Al[AlO]}$  ausgedrückt wird; dem Disthen dagegen die folgenden:



Da beim jetzigen Zustand unserer Kenntnisse nicht entschieden werden kann, welche dieser beiden Formeln dem Mineral wirklich zukommt, so wird die Constitution des Disthen durch die zusammengezogene Formel  $\text{SiO}^3[\text{AlO}]^2$  bezeichnet, welche die nähere Art der Bindung der Sauerstoff- und Aluminiumatome unentschieden lässt.

Wenn dies richtig ist, so muss im Andalusit das eine Aluminiumatom, welches nur mit einer Valenz gebunden ist, leichter aus dem Molekül entfernt werden können; in der That wird bei der so leicht erfolgenden Umwandlung des Andalusit in Glimmer das  $\text{AlO}$  mehrerer Andalusitmoleküle theils durch K, theils durch H ersetzt und so ein saures Orthosilikat gebildet.

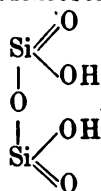
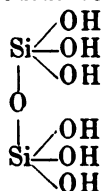
Dieses Beispiel lehrt zugleich, wie nur allein die Annahme basischer Salze eine Erklärung liefert für den mehrfach unter den Silikaten wiederkehrenden Fall, dass zwei empirisch gleich zusammengesetzte Substanzen ein ganz verschiedenes Verhalten gegen zersetzende Agentien und in ihren Krystallformen nicht die bei physikalisch isomeren Körpern sonst erkennbaren Beziehungen zeigen, ein Verhältniss, welches zur Annahme chemischer Isomerie solcher Substanzen zwingt.

Eine Anzahl von Silikaten, welche, wie das Kieselzinkerz, in sehr hoher Temperatur Wasser abgeben, gestatten nicht oder wenigstens nicht in einfacher Weise eine andere Annahme über ihre Constitution zu machen, als die, dass es saure Salze der einfachsten Kieselsäuren seien. So kann der Dioptas z. B., dessen empirische Zusammensetzung  $\text{SiO}^4\text{CuH}^2$ , nur angesehen werden als  $\text{Si[OH]}^4$ , in welchem nur zwei H-Atome durch Cu

ersetzt sind, weil die einzige weiter noch mögliche Annahme  $\text{SiO}_3\text{Cu} \cdot \text{H}_2\text{O}$  das Wasser als Krystallwasser erscheinen lässt, welches nicht erst bei starkem Glühen unter Zerstörung des Silikatmoleküls entweichen würde. Ebenso müssen wir den Kaliglimmer,  $\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{Al}^3\text{KH}^2$ , betrachten als saures Orthosilikat,  $[\text{SiO}_4]^3\text{Al}^3\text{KH}^2$ , weil er ebenfalls erst in der Glühhitze Wasser abgibt und alsdann das Silikatmolekül verändert ist. Während diese Auffassung desselben mit seiner Bildung aus Andalusit (s. v. S.) im Einklang steht, würde die einzige einfache unter den sonst noch möglichen Annahmen, nämlich die Constitutionsformel  $[\text{SiO}_3]^2[\text{AlO}]^3\text{KH}^2$ , ihn zugleich als basisches und als saures Salz erscheinen lassen und daher wenig wahrscheinlich sein. Dagegen muss der Pektolith, falls seine Formel  $\text{Si}_3\text{O}_9\text{Ca}^2\text{NaH}$ , wie von Manchen angenommen wird, als saures Salz der Metakieselsäure betrachtet werden, wie es auch seine Zugehörigkeit zur Pyroxengruppe erfordert.

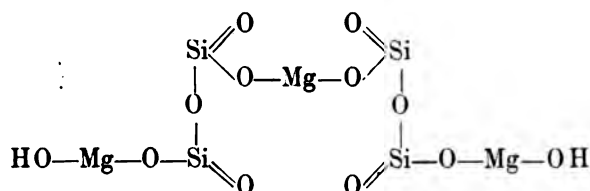
Von den beiden bisher besprochenen Säuren des Siliciums, auf welche sich nach dem Vorhergehenden eine erhebliche Anzahl von Silikaten als neutrale, basische oder saure Salze zurückführen lassen, leiten sich nun weitere Kieselsäuren durch Austritt von Wasser ab, und unter diesen sind die einfachsten die aus zwei Molekülen Ortho- resp. Metakieselsäure durch Austritt eines Moleküls  $\text{H}_2\text{O}$  entstehenden Säuren mit zwei Atomen Si, welche im Folgenden als Ortho- resp. Meta-Dikieselsäure bezeichnet werden mögen. Ihre Constitution ist die folgende:

Orthodikieselsäure    Metadikieselsäure

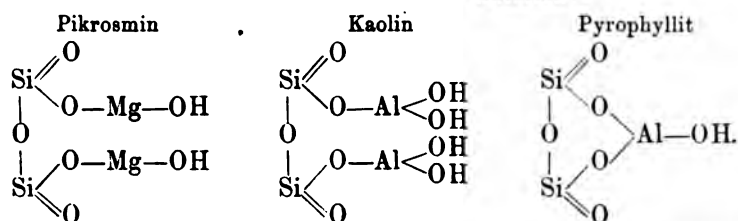


Von diesen beiden Säuren ist die erstere,  $\text{Si}_2\text{O}_7\text{H}_6$ , im freien Zustande von Ebelmen dargestellt worden, und ausserdem existiren Aether derselben. Als neutrale orthodikieselsaure Salze können betrachtet werden der Barysilit,  $\text{Si}_2\text{O}_7\text{Pb}^2$ , Cordierit,  $\text{Si}_2\text{O}_7\text{Al}^6\text{Mg}^3$  u. a., als basisches Salz z. B. der Bertrandit, für dessen Constitution zu erwägen ist, dass auch Beryllerde zu denjenigen Basen gehört, welche besonders leicht basische Salze bilden; endlich wäre vielleicht hierher zu rechnen als saures Salz der Pikrosmin, dessen empirische Formel  $\text{Si}_2\text{O}_7\text{Mg}^2\text{H}^2$ , für welchen jedoch eine andere Constitution noch wahrscheinlicher ist.

Die zweibasische Metadikieselsäure,  $\text{Si}_2\text{O}_5\text{H}^2$ , ist zwar im freien Zustande noch nicht bekannt, aber eine ganze Reihe von Silikaten führt auf die Existenz einer solchen, äusserst einfach zusammengesetzten Säure. So ist die Constitution des Titanit,  $\text{SiTiO}_5\text{Ca}$ , nur auf die Annahme der analogen Säure mit einem Atom Ti für Si zu begründen; ebenso muss der Petalit,  $\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{AlLi}$ , als neutrales Salz derselben angesehen werden. Ganz besonders zahlreich sind diejenigen Silikate, welche sich am einfachsten als basische Salze derselben deuten lassen; so der Pikrosmin als  $\text{Si}_2\text{O}_5[\text{Mg} \cdot \text{OH}]^2$ , während der Serpentin dieselbe Zusammensetzung + 1 Mol.  $\text{Mg}[\text{OH}]^2$  (Brucit), der Talk aber die Formel  $[\text{Si}_2\text{O}_5]^2\text{Mg}[\text{Mg} \cdot \text{OH}]^2$ , d. h. die Constitution

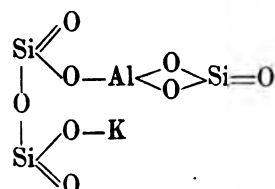


besitzen würde. Die sehr nahe Verwandtschaft, in welcher Kaolin und Pyrophyllit zu den soeben genannten Mineralien stehen, entspricht der Thatsache, dass deren Formeln sich in einfachster Weise von derselben Kieselsäure ableiten:

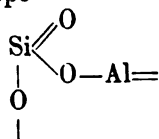


Die Beziehungen dieser Gruppe zu den Chlorit- und Glimmer-Mineralien lassen es nicht unwahrscheinlich erscheinen, dass auch in letzteren diese Säure eine gewisse Rolle spielt. Endlich ist auch dieselbe Säure repräsentirt durch ein saures Salz, das siliciumreichste unter allen Mineralien, den Milarit mit der empirischen Formel  $\text{Si}^{12}\text{O}^{50}\text{Al}^2\text{Ca}^2\text{KH}$ .

Ausser den vier bisher behandelten, den einfachst zusammengesetzten Säuren des Silicium scheint noch die Annahme einer fünften, und zwar der Trikieselsäure,  $\text{Si}^3\text{O}^8\text{H}^4$ , entstanden aus 3 Mol.  $\text{Si}[\text{OH}]^4$  durch Austritt von  $4\text{H}^2\text{O}$ , erforderlich, da diese der Zusammensetzung des wichtigsten aller Silikate, des Feldspathes, zu Grunde liegt, welcher wegen der Häufigkeit seiner Bildung aus den verschiedensten Gesteinsmagmen und wegen seiner verhältnissmässigen Beständigkeit wohl als ein neutrales Salz angesehen werden muss. Nimmt man jedoch für dieses Mineral, dessen empirische Formel  $\text{Si}^3\text{O}^8\text{AlK}$ , die folgende Structurformel an:

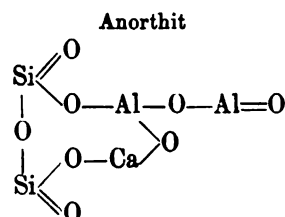
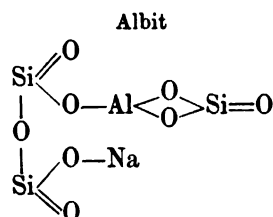


so ergibt sich dasselbe als ein Salz der Metadikieselsäure und der Metakieselsäure, welche dadurch verbunden sind, dass Aluminium den Wasserstoff beider ersetzt. Diese Auffassung steht nun im Einklang nicht nur mit der Entstehung aus unzweifelhaften Metasilikaten, wie Leucit und Analcim, sondern auch mit der gewöhnlichen Zersetzung des Feldspathes, der Kaolinisirung, denn bei dieser entsteht ein Silikat, in welchem nach dem Vorhergehenden die gleiche Atomgruppe

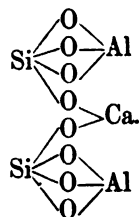


anzunehmen ist. Diese Auffassung, nach welcher der Feldspath gleichsam ein gemischtes Salz zweier Säuren ist, macht also die Annahme einer besonderen Trikieselsäure überflüssig.

Gewisse Schwierigkeiten bei der Zurückführung der Silikate auf bestimmte einfache Säuren macht nun der gerade bei den häufigsten Mineralien vorkommende Umstand, dass mit einer bestimmten Verbindung eine zweite mit weit geringerem Silicium- und höherem Thonerdegehalt vollkommen isomorph ist und mit ihr Mischungen von intermediärem Verhältniss des Si:Al in jedem Verhältniss bildet. Es ist diese Thatsache nur erklärlich durch die Fähigkeit der Thonerde, in Verbindungen, welche starke Basen enthalten, auch als Säure zu fungiren und somit, in gewissem Sinne die Kieselsäure zu vertreten. Das ausgezeichnetste Beispiel dieser Erscheinung bietet die Feldspathgruppe dar, und hier lässt sich, wenn man die obige Constitution annimmt, eine Vorstellung von dieser eigenthümlichen Substitution gewinnen: Aus der mit dem gewöhnlichen Feldspath gleich zusammengesetzten Natriumverbindung, dem Albit, deren Formel untenstehend, würde sich dann der isomorphe Anorthit ableiten dadurch, dass Al an die Stelle eines Si-Atoms tritt und, da ersteres nur dreiwertig, das bereits vorhandene Al mit einer Valenz mit dem für Na eintretenden Ca verbunden wird, eine Erscheinung, welche der sauren Natur der Thonerde gegenüber einer so starken Base, wie Kalkerde, entspricht.

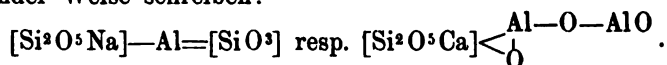


Dem Anorthit würde alsdann eine Constitution zukommen, in welcher weit geringere chemische Gegensätze, also geringere Affinitäten vorhanden sind als im Albit; derselbe muss daher trotz der ähnlichen Molekularstructur eine weit leichter zersetzbare Verbindung darstellen, als der Albit, wie es in der That der Fall ist. Mit dem Anorthit gleich zusammengesetzt wäre ferner ein Orthosilikat von der Formel:

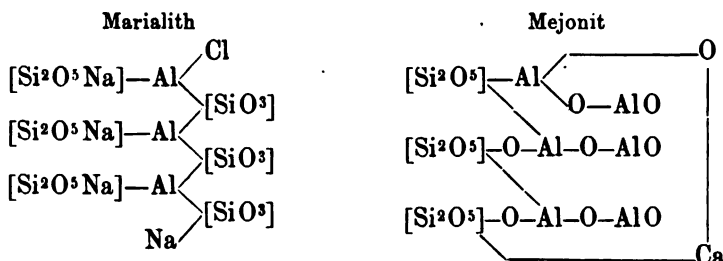


Dieser Körper, welcher zum Anorthit im Verhältniss der Isomerie steht, muss natürlich ein ganz anderes chemisches Verhalten, andere Krystallform u. s. w. zeigen, wie es in der That beim Barsowit der Fall ist, welchem die letztere Formel zuzuschreiben ist.

Die vorstehenden Constitutionsformeln des Albit resp. Anorthit kann man zusammengezogen in folgender Weise schreiben:



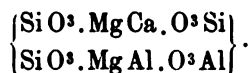
Ganz dieselben Verhältnisse bieten nun dar der Marialith, welcher die Elemente von 3 Mol. Albit und 1 Mol. NaCl enthält, und der damit isomorphe und in verschiedenen Verhältnissen mit ihm Mischungen bildende Mejonit. Die Constitution dieser beiden Mineralien lässt sich unter Ausführung der analogen Substitution folgendermaassen auffassen:



Sehr viel einfacher gestalten sich die Verhältnisse in der Augitreihe, in welcher dem Diopsidsilikat, dessen empirische Formel  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{MgCa}$ , beigemischt erscheint ein Silikat von der Zusammensetzung  $\text{SiO}^6\text{Al}^2\text{Mg}$ . Da das erstere unzweifelhaft ein neutrales Metasilikat ist, so kann man diese beiden Formeln schreiben:



und die Formeln der isomorphen Mischungen beider in abgekürzter Weise:



Alle Mineralien, welche aus isomorphen Mischungen derartiger Verbindungen von verschiedenem Silicium- und Aluminiumgehalt bestehen, besitzen somit ein bestimmtes, durch ganze Zahlen ausdrückbares Verhältniss der Atome des Silicium und der Basen nicht und müssen daher bei dem Versuche, die Silikatformel auf bestimmte Kieselsäuren zurückzuführen, ausgeschieden werden. Dieser Versuch kann vielmehr stets nur auf eine der beiden in der Mischung vorhandenen Grundverbindungen angewendet werden.

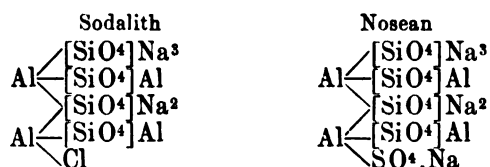
Die fluorhaltigen Silikate, deren eine ziemlich grosse Anzahl existirt, lassen sich nicht anders auffassen, als die fluorhaltigen Carbonate, Phosphate u. s. w. Das Fluor, und ebenso verhält sich das Chlor in einigen Mineralien (siehe oben die Formel des Marialith), ist mit mehrwerthigen Metallen, namentlich mit Aluminium, zu Atomgruppen von geringerer Zahl der Affinitäten verbunden, welche, wie  $\text{AlF}^2$ , durch ihren Eintritt an die Stelle des Wasserstoffs in das Molekül einer Kieselsäure, Salze bilden, welche analog den z. B. durch die Gruppe  $\text{AlO}$  charakterisirten basischen sind und mit letzteren nicht selten isomorphe Mischungen bilden (Topas u. a.).



Ausser Fluor und Chlor finden sich aber in einigen Silikaten noch andere Säureradicalc, und in welcher Weise man sich chemisch derartige Verbindungen vorzustellen hat, mag das Beispiel der beiden in Krystallform, physikalischen Eigenschaften und Art der Bildung (geologischem Vorkommen) vollkommen übereinstimmenden Mineralien Sodalith,  $\text{Si}^4\text{O}^{16}\text{ClAl}^4\text{Na}^5$ , und Nosean,  $\text{Si}^4\text{SO}^{20}\text{Al}^4\text{Na}^6$ , zeigen. Diese können nicht betrachtet werden als Molekularverbindungen eines Silikates mit einem Chlorid oder Sulfat:



weil sie in diesem Fall durch Wasser zerlegt werden müssten in das lösliche Salz einerseits und das Silikat andererseits. Eine Erklärung der Beständigkeit dieser Verbindungen giebt nur die Annahme einer Bindung des Chlors an das Aluminium, und hat daher F. Clarke für diese Mineralien die folgenden Constitutionsformeln (die etwas zusammengezogene Form bedarf nach dem Vorhergehenden keiner Erläuterung mehr) aufgestellt, welche zugleich in ausgezeichnete Weise die Isomorphie derselben verständlich zu machen geeignet sind:



Danach ist der Nosean ein Sodalith, in welchem sich an Stelle des Chloratoms die einwerthige Gruppe  $\text{SO}^4\text{Na}$  befindet, welche insofern den Charakter eines Säureradicals besitzt, als sie sich, wie Chlor, mit 1 Atom Na zu einem neutralen Salze zu verbinden vermag. In den complicirter zusammengesetzten Silikaten der Nephelingrouppe, welche mit den vorstehenden Mineralien die grösste Aehnlichkeit in der Bildung, dem geologischen Vorkommen und in der Art ihrer Zersetzung zeigen, hat man in ganz analoger Weise die einwerthige Gruppe  $\text{CO}^3\text{Na}$  anzunehmen, welche schon in der einfachen Verbindung des Dawsonit (s. S. 54) die Rolle des Säureradicals gegenüber dem Aluminium spielt. Aehnlich muss man auch für solche Silikate, welche Vanadinsäure, Antimonsäure, Niob- und Tantalsäure u. s. w. enthalten, annehmen, dass die Affinitäten der darin enthaltenen mehrwerthigen Metalle theils durch Reste der Kieselsäuren ( $\text{SiO}^4$ ,  $\text{SiO}^3$  oder andere), theils durch die Radicale  $\text{VO}^4$ ,  $\text{SbO}^4$ ,  $\text{NbO}^4$  oder  $\text{NbO}^3$  u. s. w. ausgeglichen werden.

Die erheblichsten theoretischen Schwierigkeiten bieten der Deutung ihrer Constitution bei dem jetzigen Stande der Kenntniss die borhaltigen Silikate dar. In einigen Fällen ist es unzweifelhaft, dass das Bor, seiner grossen chemischen Analogie mit dem Aluminium entsprechend, entweder als dreiwertiges Element (wie im Danburit) oder in der Atomgruppe  $\text{B.OH}$  (Datolith). Al resp.  $\text{Al.OH}$  vertretend, als basischer Bestandtheil in der Verbindung anzunehmen ist. Die Existenz einer Verbindung, wie der Howlith, beweist aber, dass Borsäure neben Kieselsäure auch in einer Doppelverbindung als Säure zu fungiren vermag. In welcher Weise dieses Element in so complicirten Verbindungen, wie sie im Turmalin vorliegen, aufzufassen ist, lässt sich zur Zeit noch nicht bestimmen.

Ueberblickt man die grosse Reihe der in der Natur vorkommenden Silikate, so zeigt sich, dass nach den im Vorhergehenden entwickelten Grundsätzen zwar für eine nicht unerhebliche Zahl eine sehr wahrscheinliche Constitutionsformel, d. h. wenigstens diejenige Kieselsäure sich angeben lässt, auf welche das Salz zurückgeführt werden kann, für viele aber noch keinerlei theoretische Deutung der Zusammensetzung möglich ist, und zwar handelt es sich hier meist um die besonders complicirt zusammengesetzten Mineralien, deren empirische Zusammensetzung bisher wegen der Schwierigkeiten der analytischen Methoden noch nicht als sicher festgestellt betrachtet werden kann oder deren Analyse nicht mit reinem Material vorgenommen wurde und daher zu keinem einfachen Resultat führte. Bei den ersteren, in Bezug auf ihre Constitution besser bekannten Mineralien, ist in der folgenden systematischen Aufzählung der Silikate stets das Radical der Kieselsäure, auf welche man die Substanz am einfachsten zu beziehen hat (z. B.  $[\text{SiO}_4]$  u. s. w., so dass aus der Zahl und der Werthigkeit des Radicals ohne Weiteres die Zahl der durch Metalle, resp. Atomgruppen vertretbaren Wasserstoffatome sich ergibt), vorangestellt, und diesem folgen die den Wasserstoff substituierenden Metalle, resp. Atomgruppen, nach abnehmender Werthigkeit geordnet, von welcher Reihenfolge nur in wenigen Fällen behufs leichter Vergleichung der Formeln verwandter Körper abgewichen wurde.

In allen denjenigen Fällen, wo kein sicherer Anhalt für die Wahl einer bestimmten Deutung der Formel vorliegt, sei es, dass die empirische Formel keine einfache Zurückführung auf eine der im Vorhergehenden erwähnten Kieselsäuren gestattet, sei es, dass es sich um eine Mischung handelt, deren Componenten noch nicht ihrer Zusammensetzung nach festgestellt sind, welche also überhaupt keiner bestimmten Formel entsprechen würde, oder endlich, wenn überhaupt die Quantitätsverhältnisse der Bestandtheile noch nicht genügend genau bestimmt sind, wurde die sogenannte „empirische“ Formel angegeben, d. h. die einfache Aufzählung der Atomzahlen der einzelnen Bestandtheile des Minerals, beginnend mit Silicium und, wenn solche vorhanden, den anderen säurebildenden Elementen, auf welche der Sauerstoff folgt, während die den Wasserstoff substituierenden Metalle, ebenfalls nach abnehmender Werthigkeit geordnet, resp. unvertreter Wasserstoff zuletzt, den Schluss bilden. Fluor und Chlor folgen entweder als Säureradical dem Sauerstoff oder sind, wenn sie in wechselnder Menge Hydroxyl vertreten, mit diesem vereinigt aufgeführt.

Der Umstand, dass für eine sehr grosse Zahl von Silikaten bisher nur eine empirische Formel, und auch diese oft nur als ungefährender Ausdruck der noch nicht genügend genauen Analysen, gegeben werden kann, macht es zur Zeit noch unmöglich, eine Systematik der kieselsauren Salze auf ihre chemische Constitution, d. h. auf ihre Ableitung von der einen oder anderen Säure des Silicium zu gründen, und man muss sich daher vorläufig begnügen mit einer Anordnung, welche einerseits den natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der Mineralien Rechnung trägt, andererseits in Bezug auf das Verhältniss der Kieselsäure zu den Basen eine gewisse Reihenfolge erkennen lässt, etwa durch Fortschreiten von den siliciumärmsten zu den siliciumreichsten Salzen. Dieses Verhältniss wird vielfach durch eine Zahl bestimmt, welche man das Sauerstoff-

verhältniss nennt, und welche die Relation angiebt zwischen der Sauerstoffmenge der Summe sämmtlicher basischer Oxyde, die die Analyse ergab, und dem Sauerstoff des durch letztere gefundenen Siliciumdioxydes. So besitzen z. B. die normalen Orthosilikate, z. B. Olivin,  $\text{SiO}^4\text{Mg}^2 = 2\text{MgO} + \text{SiO}^2$ , das Sauerstoffverhältniss 1 : 1 und wurden daher früher „Singulosilikate“ genannt; bei den neutralen Metasilikaten, wie Enstatit,  $\text{SiO}^3\text{Mg} = \text{MgO} + \text{SiO}^2$ , ist dasselbe = 1 : 2, daher deren Namen „Bisilikat“; Mineralien von der Zusammensetzung des Feldspaths,  $\text{Si}^3\text{O}^8\text{AlK}$ , welcher bei der Analyse giebt:  $\text{K}^2\text{O} + \text{Al}^2\text{O}^3 + 6\text{SiO}^2$ , ist das Sauerstoffverhältniss  $4 : 12 = 1 : 3$ , daher diese „Trisilikate“ genannt wurden; endlich aus einem neutralen metadikieselsauren Salze, wie Petalit,  $\text{Si}^4\text{O}^{10}\text{AlLi}$ , erhält man:  $\text{Li}^2\text{O}, \text{Al}^2\text{O}^3, 8\text{SiO}^2$ , d. h. die Relation  $4 : 16 = 1 : 4$ , wesshalb dieses Mineral als „Tetrasilikat“ bezeichnet wurde. Dass jedoch auf dieses Verhältniss allein eine Anordnung der Silikate nicht gegründet werden kann, geht daraus hervor, dass dasselbe seine Bedeutung völlig verliert, sobald in dem Silikat Bestandtheile vorhanden sind, deren Zurechnung zu den Basen oder zur Kieselsäure mehrfacher Deutung unterworfen ist. Dies ist der Fall bei allen in der Glühhitze Wasser abgebenden Silikaten, da das in denselben enthaltene Hydroxyl entweder (in sauren Salzen) an Silicium gebunden und dann eine Base repräsentirt, oder an Basen gebunden (in den basischen Salzen) die Stelle eines Säureradicals vertritt; ferner gehören hierher alle chlor- und fluorhaltigen Silikate und ein Theil derjenigen, zu deren Bestandtheilen Bor gehört. Nur für diejenigen, welche Kieselsäure als einzige Säure und lediglich solche Metalle enthalten, deren basische Natur ausser Zweifel steht, lässt sich die Zusammensetzung durch das sogenannte Sauerstoffverhältniss wirklich charakterisiren, und bei denjenigen Gruppen, welche solche Mineralien umfassen, ist daher diese Zahl in der Ueberschrift der Gruppe angegeben. Von der im Allgemeinen im systematischen Theile gewählten Anordnung nach steigendem Kieselsäuregehalt muss selbstverständlich abgewichen werden bei denjenigen Mineralien, welche als Mischungen in wechselndem Verhältniss erkannt worden sind und daher keine selbständige Stellung im Systeme beanspruchen können, sondern derjenigen Grundverbindung angereiht werden müssen, von welcher sie sich ableiten, z. B. der Anorthit (vergl. S. 95) und seine isomorphen Mischungen mit Albit dem letzteren. Eine ganze Reihe von Silikaten, welche unzweifelhaft basische Salze darstellen, da sie ein grösseres Sauerstoffverhältniss der Base zur Kieselsäure als 1 : 1 (dem höchsten bei einem neutralen Salze möglichen) besitzen, wie die Sprödglimmer und die Chlorite, müssen aus dem gleichen Grunde einer siliciumreicheren Abtheilung, den Glimmern, angereiht werden, weil sie mit jenen aufs nächste verwandt sind und jedenfalls zu ihnen in ähnlicher chemischer Beziehung stehen, wenn auch hier diese Beziehungen noch nicht so sicher festgestellt sind, wie in der Gruppe der Feldspathe. Ebenso giebt es aber eine Reihe von kieselsäurereicheren Mineralien, wie gewisse Glimmerarten, ferner Talk und Kaolin, welche zu den als saure Orthosilikate zu betrachtenden Glimmern in so naher Beziehung stehen, dass sie von ihnen nicht getrennt werden können.

Aus dem Gesagten folgt die Nothwendigkeit der Annahme einer Systematik, welche neben der Zusammensetzung auch die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse berücksichtigt und daher gleichsam eine Mischung von chemischer und naturhistorischer

Anordnung darstellt, welche zwar im Grossen und Ganzen von den kieselsäureärmsten Verbindungen ausgeht und zu den kieselsäurereichsten Mineralien fortschreitet, im Einzelnen aber von diesem Gange diejenigen Abweichungen zeigt, welche durch die eben auseinandergesetzten Ursachen bedingt sind.

Es empfiehlt sich ferner, ebenso, wie in den früheren Classen, diejenigen Silikate, welche wasserfrei sind oder die Elemente H und O nicht als Wasser, sondern als Hydroxyl enthalten, zu trennen von den wasserhaltigen, d. h. denjenigen, deren Wassergehalt nicht dem Molekül des Silikates selbst angehört, sondern mit demselben als sogenanntes „Krystallwasser“ verbunden ist. Allerdings sind die Untersuchungen der Silikate noch keineswegs so vollständig, um die Grenze zwischen jenen beiden Classen definitiv zu ziehen, die Zugehörigkeit zur einen oder anderen ist vielmehr für eine Anzahl Substanzen nur mit einer grösseren oder geringeren Wahrscheinlichkeit anzugeben; für die Mehrzahl jedoch ist Dies durch den Nachweis, dass das Wasser erst in sehr hoher Temperatur abgespalten wird, ermöglicht, und den dadurch festgestellten Körpern lassen sich die übrigen meist nach ihrer grösseren oder geringeren Verwandtschaft so anreihen, dass jene Theilung in wasserfreie und wasserhaltige Silikate im Ganzen als eine durchführbare und jedenfalls die Uebersicht erleichternde anzusehen ist.

Von der aus vorstehenden Grundsätzen als naturgemäss sich ergebenden Anordnung soll im Folgenden ein kurzer, zur Orientirung dienender Ueberblick gegeben werden:

A) Die erste Abtheilung wird gebildet von den wasserfreien basischen Silikaten mit grösserem Sauerstoffverhältniss als 1 : 1, soweit dieselben nicht wegen ihrer nahen Verwandtschaft mit Mineralien anderer Abtheilungen in letzteren ihre Stelle fanden (wie die Sprödglimmer, Chlorite, Serpentin, Kaolin u. a.), und beginnt mit einer überbasischen Verbindung, d. h. einer solchen, welche mehr Metalle gegenüber Si enthält, als es bei irgend einem basischen Salz möglich ist. Alsdann folgen einige Silikate mit dem Sauerstoffverhältniss 2 : 1 (bei denen daher das Atomverhältniss von Si : O = 1 : 6), diesen eine Reihe von weniger basischen mit dem Sauerstoffverhältniss 3 : 2; von der zehnten Gruppe an nähert sich die Zusammensetzung bereits derjenigen der neutralen Orthosilikate und die Mineralien der letzten Gruppen dieser Abtheilung sind von jenen nur durch einen geringen Mehrgehalt an Basen verschieden. Wie aus den angegebenen Formeln hervorgeht, lässt sich die grosse Mehrzahl der in der ersten Abtheilung zusammengestellten Mineralien in einfachster Weise als basische Salze auf die Orthokieselsäure, einige auf die Metakieselsäure und Orthodikieselsäure beziehen; nur einige wenige Substanzen gestatten eine solche Zurückführung nicht, und dies sind sämmtlich so complicirt zusammengesetzte oder noch so wenig untersuchte Mineralien, dass selbst die angegebene empirische Formel noch als unsicher bezeichnet werden musste.

B) Die zweite Abtheilung bilden die wasserfreien orthokieselsauren Salze, beginnend mit den normalen, welche als Verbindungen der Metalle mit ein, zwei oder mehr Molekülen des vierwerthigen Restes  $[\text{SiO}_4]$  dargestellt sind und nach der Zahl dieser Reste sich naturgemäss, von einfacheren zu complicirteren fortschreitend, anordnen lassen. Ihnen folgen als saure Salze diejenigen Mineralien, welche beim Glühen Wasser liefern, und deren Formel durch Zufügung desselben zu den Basen diejenige eines Ortho-

silikates wird. Die wichtigste derartige Verbindung ist der Kaliglimmer, und da dieser zugleich ein in den meisten glimmerartigen Mineralien wiederkehrendes Silikat darstellt, so ist die grosse Zahl der letzteren an dieser Stelle eingereiht. Was die Systematik derselben betrifft, so wurde die von Tschermak aufgestellte zu Grunde gelegt, die von dem Genannten herrührenden Formeln aber zum grossen Theile nur in den Anmerkungen erwähnt und erläutert, da dieselben nicht in dem gleichen Sinne, wie die übrigen, einen Ausdruck für die Resultate der Analysen darstellen sollen, sondern als ein Versuch zu betrachten sind, die den verschiedenen Glimmerarten gemeinsamen Grundverbindungen zu erkennen. Da eine Erklärung der isomorphen Mischung so abweichend zusammengesetzter Körper, wie sie in den Glimmern vorliegen, zur Zeit noch nicht gefunden ist, und die sie zusammensetzenden Grundverbindungen grossentheils noch hypothetischer Natur sind, müssen sich die chemischen Angaben im tabellarischen Theile meist auf die empirische Formel beschränken, welche übrigens ebenfalls bei der Mehrzahl der Glieder dieser Reihe nur eine approximative Gültigkeit besitzt. Den eigentlichen Glimmern folgen die sogenannten Sprödglimmer und die nahe damit verwandten Chlorite, diesen endlich eine Reihe von Magnesium- und Thonerdesilikaten (Talk, Serpentin, Kaolin u. s. w.), welche in ihrer chemischen Zusammensetzung zwar ebenso verschiedene Verhältnisse darbieten, wie die Mineralien der Glimmergruppe, zu den letzteren aber theils in ihren krystallographischen und optischen Eigenschaften, theils in ihrer natürlichen Genesis sehr nahe Beziehungen zeigen.

C) Als intermediäre Silikate sind zunächst diejenigen Mineralien aufgezählt, deren Sauerstoffverhältniss zwischen den, der Ortho- und der Metasäure entsprechenden steht, und welche daher als basische Salze der letzteren oder (diejenigen mit dem Sauerstoffverhältniss 3 : 4) als neutrale Salze der Orthodikieselsäure aufgefasst werden können. Einigen unter ihnen schliessen sich nahe verwandte Verbindungen an (Cancrinit und die Sodalithgruppe), welche allerdings das Radical  $\text{SiO}^4$  enthalten, ausserdem aber noch das einer anderen Säure und daher als säurereichere Verbindungen, als es die neutralen Orthosilikate sind, betrachtet werden müssen. Die letzten Glieder dieser Abtheilung stehen wieder den neutralen Metasilikaten so nahe, wie die den Schluss der ersten Abtheilung bildenden Mineralien denen der zweiten.

D) Als vierte Abtheilung folgen die normalen Salze der Metakieselsäure, eröffnet durch die einfachst zusammengesetzten Glieder der grossen Reihe der Pyroxene, welcher die Amphibole und schliesslich noch einige wenige isolirt stehende Silikate folgen. Den Schluss endlich bildet das einzige saure Salz derselben Kieselsäure.

E) Als polykieselsaure Salze sind hier vereinigt die Salze der Säure  $\text{Si}^3\text{O}^8\text{H}^4$ , d. h. die aus meta- und dikieselsauren zusammengesetzten Verbindungen (s. S. 94) mit den dikieselsauren Salzen. Die ersteren bilden die wichtigen Gruppen der Feldspäthe und Skapolithe, zu denen, durch isomorphe Mischungen mit den Hauptgliedern verbunden, auch Substanzen mit weit niedrigerem Siliciumgehalt gehören.

Die wasserhaltigen Silikate zerfallen naturgemäss in zwei Abtheilungen:

F) die sogenannten Zeolithe, welche wegen ihrer durchweg ausgezeichneten Krystallisation wahre Krystallwasser-Verbindungen darstellen und im Wesentlichen nach denselben

Grundsätzen, wie die wasserfreien Silikate, gemäss ihrem aufsteigenden Kieselsäuregehalt, geordnet wurden; ihnen schliessen sich unter G) einige Krystallwasser enthaltende Verbindungen von Silikaten mit Carbonaten, Sulfaten und Uranaten an;

H) eine Anzahl amorpher Körper, welche das Wasser sehr lose gebunden enthalten, und deren Trennung von den dichten und oft grosse Mengen hygroskopischen Wassers enthaltenden Silikaten, wie sie im Anhang zum Serpentin aufgezählt werden, nur unvollkommen durchgeführt werden konnte. Der grosse Unterschied zwischen den beiden Arten von Verbindungen mit locker gebundenem Wasser, den so ausserordentlich krystallisationsfähigen Körpern der ersten und den amorphen Substanzen der zweiten lässt sich vielleicht durch die Annahme erklären, dass die letzteren keine eigentlichen kieselsauren Salze, sondern nur lockere Verbindungen colloidalen Kieselsäure mit ebenso beschaffener Thonerde (es handelt sich fast nur um diese beiden Bestandtheile) seien, wodurch auch der Umstand gedeutet würde, dass bei mehreren dieser colloidalen Substanzen der Wassergehalt ein ebenso schwankender ist, wie bei der amorphen Kieselsäure selbst, dem Opal.

---

Was in vorstehender Einleitung über die Kieselsäure auseinander gesetzt ist, gilt auch für die Verbindungen der dem Silicium nächstverwandten Elemente Titan, Zirkonium, Thorium und Zinn. Die Säuren derselben bilden den Silikaten ganz analoge Salze, welche mit den entsprechenden kieselsauren durch Isomorphie verknüpft sind. So ist in zahlreichen Silikaten eine geringe Menge Si durch Ti ersetzt, wie in Biotiten, Augiten, in gewissen Varietäten des Olivin u. a., während eine Reihe von Mineralien, welche durch ihre Krystallform sich als zur Pyroxengruppe gehörig erwiesen haben, Zirkonium als Vertreter des Silicium in bedeutender Menge enthalten. Zinnsäure bildet nur in einer einzigen Verbindung, dem Nordenskiöldin, einen Hauptbestandtheil. Von reinen titansauren Salzen steht der Perowskit ebenfalls in nächster Beziehung zu den analog zusammengesetzten kieselsauren Salzen der Pyroxengruppe, und im Titanit haben wir den wichtigsten Repräsentanten der neutralen Salze der Metadikieselsäure, deren eines Si-Atom durch ein Ti-Atom ersetzt ist.

Aus diesen Gründen ergibt sich die Nothwendigkeit, sämmtliche Titan-, Zirkon-, Thor- und Zinnsäureverbindungen den entsprechenden Gruppen der Silikate einzureihen, wie dies im Folgenden geschehen ist.

---

## A. Basische Silikate.

### 1. Gruppe. (Ueberbasische Salze.)

**Sapphirin**  $\text{Si}^2\text{O}^{27}\text{Al}^{12}\text{Mg}^3$  Monosym.  $\overset{a}{0,65} : \overset{b}{1} : \overset{c}{0,93}$   $100^\circ 30'$

Anmerk. Dieses ausser den genannten Bestandtheilen nur kleine Mengen Eisen enthaltende Mineral ist das kieselensäureärmste Silikat und so zusammengesetzt, dass es auf keine der Säuren des Silicium, durch Einführung von AlO-Gruppen, als basisches Salz bezogen werden kann. Man wird es daher als eine Verbindung eines basischen Silikates mit einem Aluminat betrachten müssen, etwa als  $\text{Si}^2\text{O}^8[\text{AlO}]^2 \cdot [\text{AlO}^2]^{10}\text{Mg}^6$ . Dass dasselbe nicht, wie eine Zeit lang vermuthet wurde, in die Nähe der Sprödglimmer zu stellen sei, hat die krystallographische Untersuchung von Ussing bewiesen.

**Warwickit** (Enceladit) hat nach der Analyse von Smith die empirische Formel  $\text{Ti}^2\text{O}^{19}(\text{B}, \text{Fe}, \text{Al})^6\text{Mg}^6$ , wonach er als eine Verbindung eines titansauren Salzes mit einem Borate aufzufassen wäre. Nach Lacroix enthält derselbe jedoch Einschlüsse von Titaneisen, welche jedenfalls auf die Resultate der Analyse einen Einfluss ausübten.

**Cappelinit**, hexagonal,  $a:c = 1,2903$ , hat ungefähr die Zusammensetzung  $\text{Si}^3\text{O}^{25}\text{B}^6\text{Y}^6\text{Ba}$ , welche derjenigen eines Silikates vom Sauerstoffverhältniss 3 : 1 sehr nahe steht. Letzteres ist das höchste, welches ein basisches Salz der Kieselsäure überhaupt haben kann; dasselbe müsste sich dann ableiten von der Säure  $\text{SiO}^4\text{H}^4$ , in welcher alle Wasserstoffatome durch einwerthige Gruppen BO resp. YO vertreten wären. Brögger macht es jedoch sehr wahrscheinlich, dass das Mineral eine Verbindung des dem sehr ähnlich krystallisirten Jeremejewit  $\text{BO}^3\text{Al}$  (Seite 68) analogen Borats  $\text{BO}^3\text{Y}$  mit  $\text{SiO}^3\text{Ba}$ ,  $[\text{SiO}^3]\text{Y}$  u. s. w. sei.

**Melanocerit**, rhomboëdrisch,  $a:c = 1:1,2554$  und **Karyocerit**,  $a:c = 1:1,1845$ , zwei nahe mit vorigem verwandte Mineralien, enthalten statt des Yttrium vorwiegend Cermetalle, Ca statt des Ba, ferner  $\text{ThO}^2$ ,  $\text{CeO}^2$ , Fluor und Tantalsäure, aber weit weniger Bor. Betreffs der Möglichkeit, ihre Constitution zu erklären, muss auf die Untersuchung W. C. Brögger's verwiesen werden. Endlich gehört wahrscheinlich auch der **Steenstrupin** in diese Mineralgruppe.

### 2. Gruppe. (Sauerstoffverhältniss 2 : 1.)

**Nordenskiöldin**  $\text{SnO}^4[\text{BO}]^2\text{Ca}$  Hexag. rhomboëdr.  $\overset{a}{1} : \overset{b}{0,8221}$

Anmerk. Brögger, der Entdecker dieses merkwürdigen Minerals, betrachtet dasselbe als ein borsaures Salz von der Formel  $[\text{BO}^3]^2\text{SnCa}$  und macht auf die Aehnlichkeit aufmerksam, welche dasselbe einerseits im Axenverhältniss mit Kalkspath, andererseits in der Krystallstructur mit der Borsäure besitzt. Hiergegen muss indess bemerkt werden, dass Zinnoxid selbst sehr starken Säuren gegenüber sich nicht als Base verhält (das sogenannte „schwefelsaure Zinnoxid“ zerfällt durch Erwärmen mit Wasser und ist also eine lockere Molekularverbindung, welche nicht einmal eine bestimmte Formel zu besitzen scheint), um wie viel weniger gegenüber einer so schwachen Säure, wie es die Borsäure ist.  $\text{Sn}[\text{OH}]^4$  stellt vielmehr eine ziemlich kräftige Säure dar, welche sich in jeder Beziehung der Kieselsäure analog verhält, entsprechende Anhydride bildet und sich mit Basen zu beständigen Salzen verbindet, welche in ihrer Zusammensetzung ebenfalls mit den Silikaten übereinstimmen. Vom chemischen Standpunkte kann daher kein Zweifel sein, dass man den Nordenskiöldin als ein basisches Salz der Säure  $\text{SnO}^4\text{H}^4$  aufzufassen habe, in welchem das Anhydrid der Borsäure neben  $\text{CaO}$  als Base erscheint, ebenso, wie Bor und Calcium mit Kieselsäure ein neutrales Salz, den Danburit, bilden.

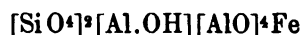
An diese Stelle gehören wahrscheinlich die beiden folgenden Mineralien, deren nahe Verwandtschaft mit einander durch Ussing nachgewiesen worden ist:

**Kornerupin**, rhombisch,  $a:b:c = 0,854:1:?$

**Prismatin**, „ „  $a:b:c = 0,862:1:?$

Die Analysen dieser beiden Substanzen, welche nur als vorläufige betrachtet werden können, führen ungefähr zur Formel  $\text{SiO}^4[\text{AlO}]^2\text{Mg}$ , also einer derjenigen des Nordenskiöldin

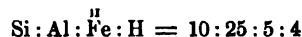
analogen. Lorenzen's Analyse des ersteren ergab indessen auch nach Zurechnung der geringen Menge Eisenoxyd etwas weniger Al, als es diese Formel erfordert, und einen Glühverlust von 1,3 Proc. Sauer's Analyse des Prismatin gab viel weniger Al, aber dafür eine grössere Menge Fe, welches als Oxydul bestimmt wurde; ist es als solches im Mineral enthalten, so würde die Summe von Mg, Fe und den in geringer Menge nachgewiesenen Alkalien sich zum Si genau wie 1:1 verhalten. Sollte sich durch weitere Untersuchung die empirische Formel  $\text{SiO}^6\text{Al}^3\text{Mg}$  für beide, jedenfalls isomorphe Mineralien bestätigen, so entsteht die Frage, ob dieses Silikat nicht identisch ist mit der bisher nur theoretisch angenommenen Verbindung von derselben empirischen Formel, welche den Thonerdegehalt in den Mineralien der Augit- und Hornblenderreihe bedingt (s. Einleitung zu den Silikaten, S. 96); die krystallographischen Verhältnisse würden dieser Annahme nicht allzusehr widersprechen, da sowohl Kornerupin als Prismatin nach einem Prisma von 81 bis 82° spalten, während dasjenige des Augit 87 bis 88° misst.

**Staurolith**

Rhombisch

 $0,4803 : 1 : 0,6761$ 

Anmerk. Nachdem die früheren Analysen dieses Minerals auf sehr complicirte und unwahrscheinliche Formeln geführt hatten und erkannt worden war, dass dasselbe fast immer Quarz enthält, unternahm W. Friedl eine Untersuchung möglichst reinen und mikroskopisch geprüften Materials und gelangte zwar zu dem einfachen Sauerstoffverhältniss 2:1, aber trotzdem nicht zu einer einfachen Formel, indem sich aus seinen Analysen die empirische Zusammensetzung:  $\text{Si}^{11}\text{O}^{66}(\text{Al}, \text{Fe})^{24}(\text{Fe}, \text{Mg})^6\text{H}^4$  ergab. Eine Reihe unter einander sehr gut übereinstimmender Zerlegungen von Coloriano, deren Material mit Flusssäure behandelt worden war, führte zu einem abweichenden Resultate, nämlich zu einem viel höheren Gehalte an Eisenoxyd. Coloriano nimmt nun an, dass im Staurolith ursprünglich alles Fe als Oxydul vorhanden gewesen sei, aber leicht in Oxyd übergehe, ein Verhalten, welches bei einem derartig basischen Silikate allerdings sehr wahrscheinlich ist. Berechnet man unter dieser Annahme die Coloriano'schen Analysen, so erhält man das Verhältniss:



während Friedl's Analysen ergaben: „ „ „ „ = 11:24:6:4

Nimmt man an, dass der Glühverlust ein wenig zu niedrig gefunden wurde (das Wasser entweicht erst bei sehr hoher Temperatur) oder dass bei der in der Natur vor sich gegangenen Oxydation des Eisens auch eine geringe Abnahme des Hydroxylgehaltes stattgefunden habe, so kann vorstehendes Atomverhältniss = 2:5:1:1 gesetzt werden. Diese einfache Relation ist nun oben der Formel des Minerals zu Grunde gelegt worden, und es ergibt sich alsdann, dass der Staurolith ein verhältnissmässig einfach zusammengesetztes, basisches Salz der Orthokieselsäure sei, in welcher 2H durch Fe, 2H durch Al.OH und der Rest des Wasserstoffs durch AlO ersetzt ist. Hiernach dürfte obiger Formel ein hoher Grad von Wahrscheinlichkeit zukommen.

Xantholith ist ein Kalkerde und Magnesia enthaltender Staurolith.

**Dumortierit**

Rhombisch

 $0,532 : 1 : ?$ 

Anmerk. Das Mineral enthält nach Damour's erster Untersuchung ganz geringe Mengen  $\text{Fe}^2\text{O}^3$ ,  $\text{MgO}$  und lieferte einen Glühverlust von 2 Proc.; da der Aluminiumgehalt ein wenig kleiner als der obigen Formel entsprechend gefunden wurde, so scheint eine geringe Menge AlO durch H ersetzt zu sein, falls der Wassergehalt nicht von einer beginnenden Zersetzung oder von Einschlüssen herrührt. Ein neuerdings in Amerika aufgefundenes Vorkommen derselben Substanz wurde von Diller und Whitfield untersucht; es ergab ebenfalls eine geringe Menge Wasser, ferner einen Borsäuregehalt von circa 5 Proc. und, wenn man BO als AlO vertretend diesem zurechnet, die Formel  $[\text{SiO}^4]^3\text{Al}[\text{AlO}]^3\text{H}$ , d. h. also einen etwas geringeren Siliciumgehalt als das französische Vorkommen; es muss indess hierzu bemerkt werden, dass die Substanz zur Trennung des Quarzes mit Flusssäure behandelt war und durch letztere etwas angegriffen worden sein kann. Jedenfalls bedarf es noch der Auffindung reiner Krystalle des Dumortierit, um seine Zusammensetzung ganz sicher festzustellen.

**Zunytit**

Regulär tetraëdr. hem.

Anmerk. Unter Vernachlässigung der sehr kleinen Mengen Phosphorsäure und Alkalien, welche in den Analysen gefunden wurden, entsprechen letztere sehr genau obiger Formel, welche

Formula found  
correct by Penfield.  
OP. OP. OP. OP.  
3/2 OP 3/2 OP 3/2  
twins + twins  
twins crossed



der des Dumortierit insofern analog ist, als die Gruppe  $\text{AlO}$  durch die ebenfalls einwerthigen Gruppen  $\text{Al}[\text{OH}]^2$ ,  $\text{AlF}^2$  und  $\text{AlCl}^2$  ersetzt ist.

Ebenfalls in Tetraëdern krystallisirt der **Tritomit**, welcher nach Engström's Analyse ungefähr nach der empirischen Formel:  $(\text{Si}, \text{Th}, \text{Zr})^4 \text{O}^{26} \text{F}^4 (\text{Ce}, \text{La}, \text{Di}, \text{Y}, \text{Al}, \text{Fe}, \text{Mn})^5 \text{B}^3 (\text{Ca}, \text{Na}^2)^2 \text{H}^{10}$  zusammengesetzt ist; aus dieser ergibt sich, wenn man je 2  $\text{AlO}$  für 1 At. Ca. einsetzt, das Verhältniss  $\text{Si}:\text{R}:(\text{OH}, \text{F}) = 4:10:14$ , während dasselbe im Zunyit beträgt:  $3:8:12$ . Beide Relationen sind so ähnlich, dass die Möglichkeit einer Zurückführung der Zusammensetzung des Tritomit auf eine Formel von ähnlicher Einfachheit, wie sie die des Zunyit besitzt, und damit eine Isomorphie mit letzterem nicht ausgeschlossen erscheint. Andererseits lassen Brögger's neueste Beobachtungen eine Zugehörigkeit des T. zur Gruppe des Cappelinit (S. 103) als möglich erscheinen.

### 3. Gruppe.

**Kieselzinkerz**  $\text{SiO}_3[\text{Zn.OH}]^2$  Rhombisch (hemimorph)  $0,7835 : 1 : 4778$   
(Calamin, Hemimorphit)

Anmerk. Da das Mineral erst bei Rothgluth Wasser abgiebt, so kann seine Constitution keine andere sein, als die oben angegebene.

**Moresnetit** ist unzweifelhaft ein Gemenge von Kieselzinkerz mit einem thonähnlichen Silikat.

**Eggonit** ist ein noch unvollständig bekanntes Mineral, wesentlich ein Cadmiumsilikat, welches einige Winkelähnlichkeiten mit dem Calamin darbietet, daher es vielleicht diesem ähnlich zusammengesetzt ist.

### 4. Gruppe. (Sauerstoffverhältniss = 3 : 2.)

<b>Andalusit</b> (Chiasolith)	} $\text{SiO}_4\text{Al}[\text{AlO}]$ dimorph	Rhombisch	$0,9856 : 1 : 0,7020$
<b>Sillimanit</b> (Fibrolith)		Rhombisch	$0,970 : 1 : ?$

Anmerk. Der Andalusit besitzt dieselbe empirische Zusammensetzung  $\text{SiO}_5\text{Al}^2$ , wie der Disthen (siehe folgende S.), aber sein vollkommen abweichendes Verhalten zersetzenden Agentien gegenüber beweist, dass beide Mineralien nicht chemisch identisch und nur physikalisch verschieden (dimorph) sein können, sondern dass ihre eigentliche chemische Constitution eine durchaus verschiedene sein muss. Da die von der Säure  $\text{SiO}_3\text{H}^2$  sich ableitenden Silikate durchgängig den in der Natur wirkenden Zersetzungsprocessen gegenüber beständiger sind, als diejenigen vom Typus  $\text{SiO}_4\text{H}^4$  (siehe Einleitung S. 92), und da der Andalusit fast nie vollkommen frisch gefunden wird, während der Disthen kaum je in zersetztem Zustande vorkommt, so ist die oben angenommene Formel des Andalusit die wahrscheinlichste. In ganz geringen Mengen erscheinen neben Al und Si auch Ca, Mg, Fe in den Analysen, welche vielleicht in Folge beginnender Zersetzung an Stelle einer geringen Menge  $\text{AlO}$  getreten sind, vielleicht aber auch als ursprüngliche Vertreter von 2  $\text{AlO}$  zu betrachten sind; es wäre dann in dem Silikat mit verdoppelter Formel:  $[\text{SiO}_4]^2\text{Al}^2[\text{AlO}]^2$  eine isomorphe Beimischung des ähnlichen Silikates  $[\text{SiO}_4]\text{Al}^2(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})$  vorhanden, d. h. derjenigen Verbindung, welche mit Ca als Base den Barsowit bildet und dem Danburit isomorph ist. In der That lässt sich, wie Grünhut gezeigt hat, eine Aehnlichkeit der krystallographischen Verhältnisse zwischen Andalusit, dem chemisch ihm nächststehenden Topas und dem Danburit erkennen, wenn man das Prisma  $\{120\} \propto \bar{P}2$  obiger Stellung als primäres Prisma und das Doma  $\{101\} \bar{P} \propto$  als  $\{012\} \frac{1}{2}\bar{P} \propto$  betrachtet, wenn man ferner beim Topas unter Beibehaltung des Grundprismas die bisherige Form  $\{032\} \frac{3}{2}\bar{P} \propto$  zum primären Brachydoma nimmt, und endlich beim Danburit die Verticalaxe dreimal so gross setzt; die Elemente der drei Mineralien sind dann die folgenden:

Andalusit . . . . .	a : b : c = 0,5069 : 1 : 1,4246
Topas . . . . .	" = 0,5285 : 1 : 1,4309
Danburit . . . . .	" = 0,5444 : 1 : 1,4422

Dem Andalusit steht nun in krystallographischer Beziehung sehr nahe der Sillimanit, welcher die gleiche Zusammensetzung hat und mit demselben auch die leichte Zersetzbarkeit u. s. w. theilt. Nur durch Spaltbarkeit und optische Eigenschaften sind beide, zuweilen auch in regelmässiger Verwachsung mit einander vorkommende Mineralien verschieden. Es ist daher

wohl sehr wahrscheinlich, dass dem Sillimanit die gleiche chemische Structur zukommt und er sich vom Andalusit nur durch Polymerie oder durch eine andere Art des Aufbaues aus mit denen jenes übereinstimmenden Molekülen unterscheidet. Zum Sillimanit gehören die Varietäten, welche man **Faserkiesel** (Fibrolith), **Buchholzit**, **Monrolith**, **Bamlith**, **Xenolith** und **Wörthit** genannt hat, während der **Westanit** wohl als ein etwas zersetzter Andalusit zu betrachten ist.

**Topas**  $\text{SiO}^4\text{Al}[\text{Al}(\text{F}^3, \text{O})]$  Rhombisch  $0,5285 : 1 : 0,9539$

Anmerk. Topas ist eine isomorphe Mischung von Andalusit mit der analogen Fluorverbindung, welche an Stelle von  $\text{AlO}$  die Gruppe  $\text{AlF}^2$  enthält, und zwar waltet letztere stets bedeutend vor (ein Theil der Analysen entspricht fast genau dem Verhältniss 5:1, daher die empirische Formel  $\text{Si}^6\text{O}^{26}\text{F}^{10}\text{Al}^{12}$ ). Mit dem Mischungsverhältnisse beider Componenten ändern sich auch die Winkel, und ist namentlich die Verticalaxe grösseren Schwankungen unterworfen. Andalusit und Topas erfahren in der Natur dieselbe Umwandlung in Muscovit, indem das Aluminy  $\text{AlO}$  (resp.  $\text{AlF}^2$ ) durch H und K ersetzt wird.

**Disthen**  $\text{SiO}^3[\text{AlO}]^2$  Asymm.  $0,8994 : 1 : 0,7090$   $90^\circ 51/2'$   $101^\circ 2'$   $105^\circ 44 1/2'$   
(Cyanit, Rhätidit)

Anmerk. Dass von den beiden möglichen Formeln der Substanzen, denen die empirische Zusammensetzung  $\text{SiO}^5\text{Al}^2$  zukommt, nämlich  $\text{SiO}^3[\text{AlO}]^2$  und  $\text{SiO}^4\text{Al}[\text{AlO}]$ , die erstere mit grösserer Wahrscheinlichkeit dem Disthen zuzuschreiben sei, wurde bereits in der Einleitung S. 92 und in der Anmerkung zum Andalusit (vor. S.) erwähnt.

#### 5. Gruppe. (Sauerstoffverhältniss 3 : 2.)

**Gehlenit**  $[\text{SiO}^4]^2[\text{AlO}]^2(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})^2$  Tetragonal  $1 : 0,400$

Anmerk. Die Differenzen der vorliegenden Analysen scheinen durch theilweise bereits erfolgte Zersetzung des Materials bedingt zu sein; dafür spricht namentlich der von 0,3 bis 4,7 Proc. schwankende Wassergehalt, welchen die Analysen ergaben. Ein kleiner Theil der Thonerde ist durch Eisenoxyd ersetzt.

#### 6. Gruppe.

**Datolith**  $\text{SiO}^4\text{Ca}[\text{B.OH}]$  Monosymm.  $0,6329 : 1 : 0,6345$   $90^\circ 9'$   
**Homilit**  $[\text{SiO}^4\text{Ca}(\text{B.O})]^2\text{Fe}$  „  $0,6245 : 1 : 0,6417$   $90^\circ 22'$   
**Euklas**  $\text{SiO}^4\text{Be}[\text{Al.OH}]$  „  $0,6303 : 1 : 0,6318$   $91^\circ 42'$   
**Gadolinit**  $[\text{SiO}^4\text{Be}(\text{Y.O})]^2\text{Fe}$  „  $0,6273 : 1 : 0,6607$   $90^\circ 33 1/2'$

Anmerk. Der Euklas ist am einfachsten aufzufassen als ein basisches Salz der Orthokieselsäure, in welcher 2H durch Be, die beiden anderen durch  $\text{Al.OH}$  ersetzt sind. Grosse Aehnlichkeit in der Krystallform zeigt nun mit ihm der Datolith, dessen Constitution genau ebenso aufgefasst werden kann, nur dass dieser, das jenem Berylliumsalz entsprechende Calciumsalz, an Stelle des Aluminium Bor enthält, eine bei der Aehnlichkeit beider Elemente nicht auffallende Erscheinung. Aluminium- und Borhydroxyd sind aber bekanntlich schwache Säuren, daher die Atomgruppen  $\text{Al—OH}$  resp.  $\text{B—OH}$  in obigen Verbindungen einen sauren Charakter besitzen und der Wasserstoff derselben durch Metalle vertretbar sein muss. Denken wir uns jenen nun im Datolith durch zweiwerthiges Eisen ersetzt, so erhalten wir ein Eisenoxydulsalz von der Formel  $[\text{SiO}^4.\text{Ca}.\text{BO}]^2\text{Fe}$ ; dies ist aber die Zusammensetzung des Homilit, welcher mit dem Datolith eine so grosse Aehnlichkeit der Krystallform zeigt, dass man beide als isomorph betrachtet hat. Streng genommen hätte man die Beziehung beider als „Morphotropie“ zu bezeichnen, da das eine Mineral gleichsam ein salzartiges Derivat des anderen darstellt. Dem Homilit, in welchem übrigens Ca und Fe einander auch isomorph vertreten können, analog zusammengesetzt ist der Gadolinit, nur ist an Stelle des Ca Be und an Stelle von B Y getreten; derselbe ist also das entsprechende Eisenoxydulderivat eines Yttrium-Euklas.

Die Aehnlichkeit der Krystallformen von Datolith und Euklas finden ihren Ausdruck durch die von Rammelsberg vorgeschlagene Aufstellung des Euklas, nach welcher Schabus' und Kokscharow's Prisma N und Klinodoma  $\pi$  die allerdings wenig einfachen Zeichen  $\{546\} - \frac{5}{6}\text{P}_4^5$  und  $\{546\} + \frac{5}{6}\text{P}_4^5$  erhalten; ein dem Datolith sehr ähnliches Axenverhältniss, nämlich

$$a:b:c = 0,6474:1:0,6665$$

$$\beta = 100^\circ 16'$$

ergibt übrigens auch die ältere Aufstellungsweise des Euklas, nur dass hier der Winkel  $\beta$  stark abweicht. Ein kleiner Theil des Beryllium ist im Euklas durch Eisen vertreten. Was die chemische Zusammensetzung des Gadolinit betrifft, so können für Aufstellung der Formel nur die berylliumreichsten Varietäten in Betracht kommen, da von den anderen, zum Theil ganz beryllfreien, nachgewiesen ist, dass sie Umwandlungspseudomorphosen, aus einer einfach brechenden Substanz bestehend, darstellen; jene Varietäten führen aber die auf vor. S. angegebene Formel, welche mit derjenigen des Homilit übereinstimmt, indem das Calcium durch Beryllium und das Bor durch Yttrium (ein Theil des letzteren durch Cer, Lanthan, Didym) vertreten wird. Dem entsprechend ist auch der Gadolinit mit dem Homilit vollkommen isomorph.

Den Mineralien dieser Gruppe steht in seiner Zusammensetzung ziemlich nahe der von Engström analysirte **Erdmannit**, welcher jedoch neben  $\text{SiO}_2$  noch  $\text{ThO}_2$  und  $\text{ZrO}_2$  und neben Bor Cermetalle enthält. Derselbe ist nach Brögger wahrscheinlich ein Umwandlungsprodukt des Homilit; mit demselben Namen sind aber auch ähnliche Umwandlungsprodukte anderer norwegischer Mineralien bezeichnet worden.

7. Gruppe.  $R_1 - \frac{1}{2}R_2 - 2R_3, \infty P_2 \left[ \frac{\infty P_1}{2} \right] \left[ \frac{\infty P_2}{2} \right] R^5, 4R$   
**Turmalin**  $\text{Si}^4\text{O}^{20}\text{B}^2([\text{AlO}]^3, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Na}^2, \text{Li}^2, \text{H}^2)^9$  Rhomboëdr. hemimorph  $d: 0,4474$   
 (Schörl)

Vorstehende empirische Formel, in welcher noch zu ergänzen wären die in geringen Mengen auftretenden Bestandtheile  $\text{Fe}^{\text{III}}$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{F}$ , entspricht dem Gesamtausdruck für das Verhältnisse sämmtlicher Basen, Aluminium zum Theil als  $\text{AlO}$  betrachtet, zu Bor und Silicium, welchen Jannasch aus seinen neuesten Analysen berechnet hat. Vorher bereits hatte Riggs aus einer grossen Zahl von Analysen den Schluss gezogen, dass die Mineralien der Turmalinreihe sich auf drei Typen zurückführen lassen, für welche die von ihm und von Jannasch aufgestellten empirischen Formeln, auf gleiche Si-Menge reducirt, den folgenden Ausdruck besitzen würden:

	Riggs:	Jannasch:
<b>Lithionturmalin</b> (Achroit, Eubellit)	$\text{Si}^{12}\text{O}^{63}\text{B}^6\text{Al}^{16}(\text{Na}, \text{Li})^4\text{H}^8$	$\text{Si}^{12}\text{O}^{63}\text{B}^6\text{Al}^{16}(\text{Na}, \text{Li})^4\text{H}^7$
<b>Eisenturmalin</b>	$\text{Si}^{12}\text{O}^{63}\text{B}^6\text{Al}^{14}\text{Fe}^4\text{Na}^2\text{H}^8$	$\text{Si}^{12}\text{O}^{67\frac{1}{2}}\text{B}^6\text{Al}^{14}\text{Fe}^9\text{Na}^2\text{H}^7$
<b>Magnesiaturmalin</b>	$\text{Si}^{12}\text{O}^{63}\text{B}^6\text{Al}^{10}(\text{Mg}, \text{Na}^2)^{10}\text{H}^8$	$\text{Si}^{12}\text{O}^{69}\text{B}^6\text{Al}^{13}\text{Mg}^{12}\text{Na}^2\text{H}^7$

Wülffing unterzog die Riggs'schen Analysen einer erneuten Berechnung und fand, dass die Turmaline sich betrachten lassen als Mischungen von

<b>Alkaliturmalin</b>	$\text{Si}^{12}\text{O}^{63}\text{B}^6\text{Al}^{16}\text{R}^4\text{H}^8$
und <b>Magnesiaturmalin</b>	$\text{Si}^{12}\text{O}^{63}\text{B}^6\text{Al}^{10}\text{Mg}^{12}\text{H}^6$

giebt aber an, dass das zweite Glied genauer den Analysen entspräche, wenn man 10 Mg annähme, dass aber dann die beiden Formeln nicht gleichatomig würden (besser wäre wohl für dasselbe zu setzen:  $\text{Si}^{12}\text{B}^6\text{O}^{63}\text{Al}^{10}\text{Mg}^{11}\text{H}^9$ ). Auf einige bei der Berechnung der Riggs'schen Analysen sich ergebende Schwierigkeiten hat Scharitzer hingewiesen, welcher die Vermuthung aufstellt, dass in den grünen Turmalinen die Oxydationsstufen des Mangans nicht richtig bestimmt seien. Jedenfalls bedürfen diese so complicirten und der analytischen Untersuchung so grosse Schwierigkeiten darbietenden Mineralien noch weiterer Bearbeitung, um ihre empirische Zusammensetzung festzustellen, und kann vorher nicht an eine Deutung ihrer eigentlichen Constitution gedacht werden.

**Chromturmalin** enthält eine beträchtliche Menge Aluminium durch Chrom ersetzt.

Ramsay fand neuerdings einige Turmalinkristalle von tetartoëdrischer Ausbildung, doch scheint dem keine allgemeine Gesetzmässigkeit zu Grunde zu liegen.

## 8. Gruppe.

**Karpholith**  $[\text{SiO}_3]^2\text{Al}^2[\text{OH}]^4\text{Mn}$  Monosymmetrisch

Anmerk. Das gesammte Wasser ist als Hydroxyl (offenbar an Al gebunden) vorhanden, da es erst beim Glühen entweicht. Ein Theil der Thonerde ist durch Eisenoxyd, ein Theil des Mangans durch Eisen vertreten; nur der Karpholith von Meuville, Ardennen, enthält kein Eisenoxydul und auch nur  $1\frac{1}{2}$  Proc. Eisenoxyd.

Der Chlorastrolith entspricht ziemlich nahe der einfachen Formel  $\text{SiO}_4[(\text{Al}, \text{Fe})\text{OH}](\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Na})$ , wenn man annimmt, dass von den 6 Proc.  $\text{Fe}^2\text{O}_3$ , welche die Analyse angiebt (eine Prüfung auf Eisenoxydul liegt nicht vor), ein Theil als Oxydul vorhanden ist. Nach Lacroix sind seine optischen Eigenschaften die des Thomsonit; würde er zu diesen gehören, so müsste er bedeutend mehr  $\text{H}^2\text{O}$ , und zwar als Krystallwasser, enthalten.

## 9. Gruppe.

**Bertrandit**  $\text{Si}^2\text{O}_7\text{Be}^2[\text{Be}, \text{OH}]^2$  Rhombisch  $0,5619 : 1 : 0,5871$

Anmerk. Dieses nun schon von einer Reihe von Fundorten bekannte Mineral ist am einfachsten aufzufassen als basisches Salz der Orthodikieselsäure (siehe Einleitung zu den Silikaten, S. 93).

## 10. Gruppe.

**Kentrolith**  $\text{Si}^2\text{O}_7[\text{MnO}]^2\text{Pb}^2$  Rhombisch  $0,633 : 1 : 0,784$

**Melanotekit**  $\text{Si}^2\text{O}_7[\text{FeO}]^2\text{Pb}^2$  ?

Anmerk. Die nach dem chemischen Verhalten des Kentrolith wahrscheinlichste Annahme, dass das Mn dreiwertig ist, führt auf die obige einfache Formel eines basischen Salzes derselben Säure, von welcher sich das vorige Mineral ableitet. Melanotekit ist die entsprechende Ferriverbindung und, da er eine ähnliche Spaltbarkeit zeigt, wahrscheinlich mit dem Kentrolith isomorph.

## 11. Gruppe.

**Lievrit**  $[\text{SiO}_4]^2[\text{Fe}, \text{OH}]\text{Fe}^2\text{Ca}$  Rhombisch  $0,6665 : 1 : 0,4427$   
(Ilvaite)

Anmerk. Nach Reynolds ist etwas FeO durch MnO ersetzt. Für den Lievrit von Grönland fand Lorenzen  $a:b:c = 0,6744:1:0,4484$ .

## 12. Gruppe.

<b>Humit</b>	} $[\text{SiO}_4]^2(\text{Mg}, \text{Fe})^{12}[\text{MgFl}]^4[\text{Mg}, \text{OH}]^2$	Rhombisch	$2,1605 : 1 : 4,4013$
<b>Chondrodit</b>		Monosymm.	$2,1663 : 1 : 1,6610 \quad 108^\circ 58'$
<b>Klinohumit</b>		"	$2,1634 : 1 : 1,4422 \quad 108^\circ 48'$

Anmerk. Die drei hier aufgeführten, chemisch gleich zusammengesetzten Mineralien, früher für identisch (Humit 1., 2. und 3. Typus) und sämmtlich für rhombisch krystallisiert gehalten, bilden offenbar drei Modificationen derselben Substanz, da ihre Krystallformen einander in gewissen Beziehungen so nahe stehen, dass man dieselben lange Zeit als auf eine Grundform zurückführbar gehalten hat. Für die beiden letzteren ist oben die Nomenclatur und die Aufstellung von Descloizeaux adoptirt worden, für den Humit ist G. vom Rath's Pyramide r statt der einer weit weniger entwickelten Zone angehörigen n zur Grundform gewählt und die Makrodiagonale nach vorn gerichtet worden, um die Uebereinstimmung des Axenverhältnisses  $a:b$  mit dem Chondrodit und dem Klinohumit zu zeigen. Dass es sich bei den drei Modificationen nur um verschiedene Lagerungsweise chemisch gleicher Moleküle handelt, geht daraus hervor, dass im rhombischen Humit lamellar verzwilligter Klinohumit derart mit jenem verwachsen vorkommt, dass die optische Mittellinie beider zusammenfällt. Beide stehen daher jedenfalls in demselben Verhältniss zu einander wie Orthoklas und Mikroklin.

Die oben angegebene Formel wurde durch eine Reihe sorgfältiger Analysen einzelner Repräsentanten aller drei Abtheilungen dieser Mineralgruppe durch Wingard festgestellt. Da für einige amerikanische Chondrodite Untersuchungen vorliegen, nach denen ihr Fluorgehalt ein beträchtlich höherer ist, so kann wahrscheinlich auch das Hydroxyl der beiden letzten Atomgruppen durch Fluor ersetzt sein.

*Handwritten notes:*  
 ?  $\text{SiO}_4 \text{ Mg } [\text{Mg}(\text{OH}, \text{F})]^2$  Theoretic formula.  
 + 100. =  $[\text{SiO}_4]^2 \text{ Mg}^{12}$  } Chondrodit  $\frac{1}{5} \text{ C } (1,0863 : 1 : 0,6289)$   
 + 200. =  $[\text{SiO}_4]^2 \text{ Mg}^{12}$  } Humit  $\frac{1}{7} \text{ C } (1,0802 : 1 : 0,6290)$   
 + 300. =  $[\text{SiO}_4]^2 \text{ Mg}^{12}$  } Klinohumit  $\frac{1}{9} \text{ C } (1,0803 : 1 : 0,6288)$   
 Clinohumit  $\text{SiO}_4 \text{ Mg}^{12}$  Clinohumit  $\text{C } (1,0735 : 1 : 0,6296)$

## 13. Gruppe. (Verbindungen basischer Silikate mit Vanadaten und Antimoniaten.)

<b>Ardennit</b>	$\text{Si}^{10} \text{V}^2 \text{O}^{55} \text{Al}^{10} \text{Mn}^{10} \text{H}^{10}$	Rhombisch	$0,4663 : 1 : 0,3135$
(Dewalquit)			

Anmerk. Diese Formel, welche sich aus den wenigen bisher vorliegenden Analysen ergibt, liefert, wenn man sie auf eine der bekannten Kieselsäuren, resp. Vanadinsäuren zurückzuführen versucht, so complicirte Verhältnisse, dass wohl zu erwarten ist, es werden weitere Untersuchungen zu einem einfacheren Ausdrucke führen. Zu bemerken ist, dass ein Theil der Vanadinsäure durch Arsensäure, etwas Mangan durch Magnesium und Calcium, endlich eine kleine Menge Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt sind.

**Längbanit** (hexagonal holoëdrisch,  $a:c = 1:1,6437$ ) ist ungefähr nach der Formel  $\text{Si}^4 \text{Sb}^3 \text{O}^{35} (\text{Mn}, \text{Fe})^{23}$  zusammengesetzt, wenn man die nicht bestimmte Oxydationsstufe der Metalle als RO annimmt, ist also jedenfalls ein basisches, kiesel-saures und antimon-saures Salz (vielleicht enthält es ebenfalls Hydroxyl, welches erst in sehr hoher Temperatur fortgeht).

## 14. Gruppe.

<b>Helvin</b>	$[\text{SiO}^4]^3 (\text{Mn}, \text{Be}, \text{Fe})^7 \text{S}$	Regulär tetraëdr. hem.
<b>Danalith</b>	$[\text{SiO}^4]^3 (\text{Fe}, \text{Zn}, \text{Be}, \text{Mn})^7 \text{S}$	" " "

Anmerk. Diese beiden Mineralien, nur durch die einander isomorph vertretenden zweiwerthigen Metalle unterschieden, können ihrer chemischen Natur nach nicht anders aufgefasst werden, als abgeleitet von 3 Mol.  $\text{SiO}^4 \text{H}^4$ , in welchen 10 H durch 5 R und 2 H durch die zweiwerthige Gruppe -R-S-R- ersetzt sind.

## 15. Gruppe.

<b>Zoisit</b>	$[\text{SiO}^4]^3 \text{Al}^3 [\text{Al.OH}] \text{Ca}^3$ dimorph	Rhombisch	$0,6196 : 1 : 0,3429$	<i>Made up of numerous smaller Epidot form</i>
<b>Epidot</b> (Pistazit)		Monosymm.	$1,5807 : 1 : 1,8057$	
<b>Manganepidot</b> (Piemontit)	$[\text{SiO}^4]^3 (\text{Mn}, \text{Al})^3 [\text{Al.OH}] \text{Ca}^3$	"	$1,6100 : 1 : 1,8326$	$115^\circ 21'$
<b>Orthit</b>	$[\text{SiO}^4]^3 (\text{Al}, \text{Ce}, \text{Fe})^3 [\text{Al.OH}] (\text{Ca}, \text{Fe})^3$	"	$1,5527 : 1 : 1,7780$	$115^\circ 0'$

Anmerk. Während im Zoisit nur eine sehr geringe Menge Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt ist, enthält der Epidot meist ziemlich erhebliche Quantitäten des letzteren, seine Formel ist also  $[\text{SiO}^4]^3 (\text{Al}, \text{Fe})^3 [\text{OH}] \text{Ca}^3$ , worin das Verhältniss des Thonerdesilikats zu dem isomorphen Eisenoxysilikat von circa 6:1 bis 2:1 wechselt; im Manganepidot (welcher auch etwas Eisenoxyd enthält), wie in einigen rothen Zoisit-(Thulit) und Epidot-Varietäten wird ausserdem eine kleine Menge Kalkerde durch Manganoxydul isomorph vertreten; in derselben Weise ist der stets geringe Gehalt des Epidot an Eisenoxydul aufzufassen. In der Formel des Orthit, welche durch die Analysen Engström's festgestellt worden ist, bedeutet Ce die Summe von Ce, La, Di, Y, Er, welche sämmtlich in wechselnder Menge darin vorkommen.

Der einige Procente Mangan enthaltende Thulit besitzt das Axenverhältniss  $a:b:c = 0,6180:1:0,3471$ , also fast genau das des reinen Zoisit, mit welchem identisch ist der Unionit. Den Namen **Bucklandit** hat man sowohl für gewisse Varietäten des Epidot, als des Orthit gebraucht.

Was die Krystallformen der beiden in demselben Verhältniss der Dimorphie, wie Orthoklas und Mikroklin, zu einander stehenden Mineralien Zoisit und Epidot betrifft, so zeigen dieselben in analoger Weise eine grosse Aehnlichkeit ihrer wichtigsten Winkel: der Zoisit ist vorherrschend entwickelt nach einem Prisma von  $63^\circ 34'$ , während die gewöhnlich herrschenden Querflächen M {001} o P und r {101} + P  $\infty$  des Epidot  $63^\circ 24'$  bilden; die aus o {111} P und u {021} 2P  $\infty$  zusammengesetzte sechsflächige Endigung der Zoisitprismen besitzt nur wenig abweichende Winkel von der Combination der sechs häufigsten Endflächen des Epidot o {011, 0 $\bar{1}$ 1} P  $\infty$ , n {111, 1 $\bar{1}$ 1} + P, z {110, 1 $\bar{1}$ 0}  $\infty$  P. Der Manganepidot und der Orthit sind, wie ihre Axenverhältnisse lehren, vollkommen isomorph mit dem Epidot, für welchen die Aufstellung und das Axenverhältniss N. v. Kokscharow's beibehalten wurden.

**Pikro-Epidot**, mit Epidot vollkommen isomorph, enthält nach qualitativer Prüfung  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  und nur Spuren von  $\text{CaO}$ .

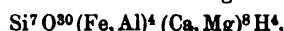
**Pyrorthit** und **Bodenit** sind wahrscheinlich nur unreine Varietäten des Orthit.

## 16. Gruppe.

**Cerit**  $[\text{SiO}_3]_3\text{Ce}^3[\text{OH}]^3[\text{CeO}](\text{Ca}, \text{Fe})$  Rhombisch  $0,9988 : 1 : 0,8127$

Anmerk. Für die Herleitung der Formel dieses Minerals kann nur die Analyse Nordström's benutzt werden, da es die einzige ist, zu welcher Krystalle benutzt wurden; diese führt aber ganz genau zu dem obigen Ausdruck, in welchem unter Ce die Summe (Ce, La, Di, Al) zu verstehen ist. Die früheren, mit derbem Cerit ausgeführten Analysen geben sämtlich einen grösseren Gehalt an Wasser und einen geringeren an Monoxyden, das Material derselben war somit unzweifelhaft ein verändertes. Ausserdem enthält der derbe Cerit nach H. Fischer verschiedene Beimengungen.

Hierher ist wahrscheinlich zu stellen der bisher nur derb bekannte, aber nach H. Fischer homogene **Ginilsit**, dessen empirische Zusammensetzung nach Rammelsberg:



wenn nämlich, was Rammelsberg nicht angiebt, das Wasser erst beim Glühen entweicht, wie es wahrscheinlich ist.

## 17. Gruppe.

**Vesuvian**  $\text{Si}^{20}\text{O}^{77}\text{Al}^{12}\text{Ca}^{24}[\text{OH}]^{10}$  Tetragonal  $1 : 0,5372$   
(Idokras)

Anmerk. Die obige empirische Formel ergibt sich aus den neuesten Analysen des reinen Idokras von Ala. Diejenigen der übrigen Varietäten zeigen eine vollständige Constanz des Verhältnisses  $\text{Al}:\text{Ca} = 1:2$ , dagegen bedeutend geringere Mengen Hydroxyl (erst in der Glühhitze als Wasser entweichend); und zwar scheint mit der Abnahme dieses Bestandtheiles eine geringe Abnahme des Kieselsäuregehaltes Hand in Hand zu gehen, so dass die isomorphe Beimischung eines Hydroxyl- und Silicium- ärmeren Salzes wahrscheinlich ist. Im Idokras vom Vesuv jedoch wird der Ausfall an OH ungefähr gedeckt durch Fluor, welches in den übrigen Vesuvianen ganz oder fast ganz fehlt. Dagegen treten in demjenigen von Wilui einige Procente Bor für Aluminium, sowie etwas Titan für Silicium ein. Stets vorhanden sind  $\text{MgO}$  und ein wenig  $\text{FeO}$  für  $\text{CaO}$  und eine zuweilen recht beträchtliche Menge  $\text{Fe}^3\text{O}_3$  als Vertreter des  $\text{Al}^3\text{O}_3$ . Endlich haben die neueren Analysen in den meisten Varietäten einen kleinen Gehalt an Alkalien, wesentlich Natron (wahrscheinlich  $\text{Na}^3$  als Vertreter von Ca), nachgewiesen. Mangan tritt nur in wenigen, rothgefärbten, sogenannten **Manganvesuvianen**, auf; der über 12 Proc.  $\text{MnO}$  enthaltende M. von Pajsberg hat das Axenverhältniss  $1:0,5337$ .

Eine rationelle Formel des Idokras aufzustellen, ist bei dem heutigen Stande unserer chemischen Kenntniss desselben nicht möglich.

## B. Orthokieselsaure Salze.

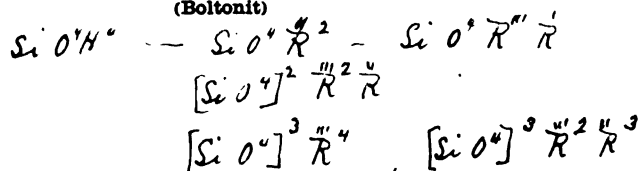
a) Normale.

### 1. Gruppe.

a) Rhombische Reihe.

**Monticellit**  $\text{SiO}_4\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})$  Rhombisch  $0,4337 : 1 : 0,5757$   
(Betrachit)

**Forsterit**  $\text{SiO}_4\text{Mg}^2$  "  $0,4648 : 1 : 0,5857$   
(Boltonit)



<b>Olivin</b> (Chrysolith, Peridot)	$\text{SiO}^4(\text{Mg, Fe})^2$	Rhombisch	$0,4657 : 1 : 0,5865$	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}, \frac{a}{c} = \frac{b}{d}, \frac{a}{d} = \frac{b}{c}$
<b>Fayalit</b>	$\text{SiO}^4\text{Fe}^2$	"	$0,4584 : 1 : 0,5793$	$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}, \frac{a}{c} = \frac{b}{d}, \frac{a}{d} = \frac{b}{c}$
<b>Neochrysolith</b>	$\text{SiO}^4(\text{Fe, Ca})^2$	"	$0,4639 : 1 : 0,5910$	
<b>Hortonolith</b>	$\text{SiO}^4(\text{Fe, Mg, Mn})^2$	"	$0,466 : 1 : 0,580$	
<b>Röpperit</b> (Stirlingit)	$\text{SiO}^4(\text{Fe, Mn, Zn, Mg})^2$	"	$0,466 : 1 : 0,586$	
<b>Knebelit</b>	$\text{SiO}^4(\text{Mn, Fe})^2$	"	$0,467 : 1 : ?$	
<b>Tephroit</b>	$\text{SiO}^4\text{Mn}^2$	"	$0,4621 : 1 : 0,5914$	

Anmerk. Villarsit ist ein theilweise in Serpentin umgewandelter Olivin, Hydrotephroit eine magnesiahaltige und zersetzte, daher wasserhaltige Varietät des Tephroit (siehe auch Bementit S. 113).

Glinkit und Hyalosiderit (dessen  $a:b:c = 0,4681:1:0,5900$ ) sind besonders eisenreiche Varietäten des Olivin, bilden also, wie der Hortonolith, welcher sich durch seinen Mangangehalt unterscheidet, Uebergänge zum Fayalit. Diesen letzteren Namen führt übrigens, wie es scheint, das normale orthokieselsaure Eisen mit Unrecht, denn nach H. Fischer enthält das Mineral von Fayal Magneteisen und zeigt schiefe Auslöschung; würde also ein kieselsäurereicheres Salz von anderer Krystallform darstellen. Unzweifelhaft mit dem Olivin isomorph ist jedoch die bisher stets mit dem Fayalit identifizierte Eisenfrischschlacke, sowie die neuerdings im Obsidian des National Park gefundenen Krystalle des Eisenoxydulsilikates, auf welche sich die obigen kristallographischen Angaben beziehen.

In einigen Olivinen ist ein kleiner Theil der Kieselsäure durch Titansäure vertreten; der sogen. Titanolivin von Zermatt enthält sogar 6 Proc.  $\text{TiO}_2$ .

Der Tephroit enthält oft einen Theil des Mn durch Mg (eine magnesiareiche Varietät hat man Pikrotephroit genannt) und etwas Fe und Ca ersetzt. Vom Knebelit sind keine ausgebildeten Krystalle bekannt, doch ist an seiner Zugehörigkeit zu der isomorphen Reihe der übrigen oben angeführten Mineralien kein Zweifel. Eisen-Knebelit (Igelströmit) ist eine Varietät des Knebelit, in welchem Fe vor Mn überwiegt.

#### β) Rhomboëdrische Reihe:

<b>Phenakit</b>	$\text{SiO}^4\text{Be}^2$	Hexagonal rhomboëdr. tetart.	$1 : 0,6611$
<b>Willemnit</b>	$\text{SiO}^4\text{Zn}^2$	" " "	$1 : 0,6695$
<b>Troostit</b>	$\text{SiO}^4(\text{Zn, Mn, Fe, Mg})$	" " "	$1 : 0,6739$

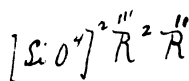
Anmerk. An den beiden letztangeführten Mineralien sind bisher noch keine Formen beobachtet worden, welche gestatteten, auch für sie die Existenz der Tetartoëdrie anzunehmen, doch ist dieselbe aus der unzweifelhaften Isomorphie mit dem Phenakit mit grosser Wahrscheinlichkeit zu schliessen. Da die Orthosilikate des Zinks, Mangans und Eisens in den Mineralien der vorigen Reihe rhombisch krystallisiert auftreten, sind dieselben dimorph.

Der Troostit zeigt dunkle Einlagerungen, auf welche vielleicht der Gehalt an Mn, Fe, Mg, wenigstens theilweise zurückzuführen ist.

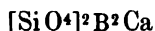
2. Gruppe.	$\text{SiO}^4\text{Al}^3\text{K}$	
<b>Phakelit</b>	$\text{SiO}^4\text{Al}^3\text{Ka}$	Hexagonal
<b>Eukryptit</b>	$\text{SiO}^4\text{Al}^3\text{Li}$	"

Anmerk. Phakelit hat ungefähr dieselbe Zusammensetzung, wie der Kaliophililit und ist, wie dieser, hexagonal, steht somit in sehr naher Beziehung zum Nephelin (s. Anmerk. zu diesem). Sollte letzterer sich als Orthosilikat erweisen, so wäre wohl richtiger, die ganze Nephelingrouppe mit der vorstehenden zu vereinigen, während anderenfalls zu prüfen wäre, ob nicht obige beiden Mineralien einen etwas höheren Kieselsäuregehalt besitzen und daher, wie der Nephelin, zu den zwischen ortho- und metakieselsauren Salzen intermediären Silikaten zu stellen wären.

## 3. Gruppe.



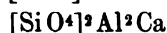
Danburit



Rhombisch

0,5445 : 1 : 0,4808

Barsowit



"

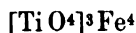
?

Anmerk. Die angegebene Formel und das Krystallsystem des Barsowit gehen mit grosser Wahrscheinlichkeit aus der Untersuchung von Friederici und Bauer hervor; hiernach ist das Mineral isomer mit dem Anorthit (siehe Einleitung zu den Silikaten S. 95) und unterscheidet sich dementsprechend von letzterem auch in seinem Verhalten zu Säuren u. s. w.

Die Thatsache, dass die einander entsprechenden Bor- und Aluminiumverbindungen isomorph sind (z. B. Datolith und Euklas), weist dem Danburit seine geeignetste Stelle im System hier an, umso mehr als auch die krystallographischen Elemente desselben eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den Orthosilikaten der 1. Gruppe besitzen, welche sofort hervortritt, wenn man die Axen a und c vertauscht. Andererseits muss bemerkt werden, dass die Krystallformen des Danburit eine noch weit grössere Aehnlichkeit zeigen mit denen des Topas, resp. Andalusit (vergl. S. 105), und dass man auch dieser Aehnlichkeit Rechnung tragen kann, wenn man die Formel des letztgenannten Minerals verdoppelt und schreibt:  $[SiO^4]^2 Al^2 [AlO]^2$ ; alsdann leitet sich die Zusammensetzung des Danburit von derjenigen des Andalusit ab durch Ersetzung der beiden einwerthigen Gruppen AlO durch das zweiwerthige Ca und durch isomorphe Vertretung des Aluminiums durch Bor.

## 4. Gruppe.

Pseudobrookit



Rhombisch

0,9922 : 1 : 1,1304

## 5. Gruppe.

Eulytin

(Kieselwismuth)

Agricolit



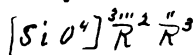
dimorph

Regulär tetraëdr. hem.

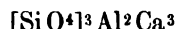
Monosymmetrisch

Anmerk. Nach Bertrand ist der Eulytin nur pseudoregulär und besteht aus rhomboëdrischen Einzelkrystallen.

## 6. Gruppe.



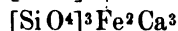
Kalkthongranat



Regulär holoëdr.

Grossular / Hessonit

Kalkeisengranat

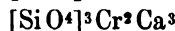


"

"

Topazolith / Aplom, gem. Granat

Chromgranat



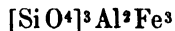
"

"

Melanit

(Uwarowit)

Eisenthongranat



"

"

Anmerk. Die vorstehenden Substanzen finden sich als reine oder wenigstens nahe reine chemische Verbindungen in der Natur; die meisten Glieder der wichtigen und verbreiteten Gruppe der Granate sind jedoch isomorphe Mischungen, welche man in folgende Unterabtheilungen zusammenfassen kann:

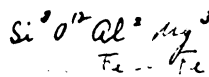
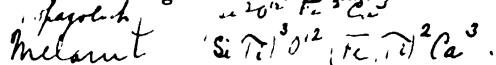
**Kalkthoneisengranat (Grossular)**  $[SiO^4]^3 (Al, Fe)^2 Ca^3$  mit geringen Mengen anderer zweiwerthiger Metalle.

**Kalkeisenthongranat (Hessonit, Kaneelstein)**  $[SiO^4]^3 Al^2 (Ca, Fe)^3$  mit wenig Eisenoxyd, einige auch mit Chromoxyd (Canada, Pyrenäen).

**Aplom** (gemeiner Granat zum Theil) und **Melanit** bestehen vorherrschend aus Kalkeisengranat. Wie aus den Untersuchungen von Knop und König hervorgeht, enthält der Melanit stets nicht unbeträchtliche Mengen von  $TiO^2$  als Vertreter der Kieselsäure. Einige Varietäten scheinen auch  $Ti^2O^3$ , welcher einen Theil der Sesquioxyde vertritt, zu enthalten. Macht man dieselbe Annahme auch für den **Schorlomit**, so ergibt sich, dass dieses Mineral nichts Anderes ist, als ein besonders titanreicher Melanit von der Formel:  $[(Si, Ti)O^4]^3 (Fe, Ti)^2 (Ca, Fe, Mg)^3$ .

Der gelbe **Topazolith** scheint seit Bonvoisin (1806!) nicht analysirt worden zu sein, während der mit demselben Namen belegte hellgrüne Granat von Zermatt sich als fast reiner

Kalkeisengranat erwiesen hat.



Pyrop.

Almandin

Schorlomit

älteste Form von Kalkeisengranat



**Magnesiaeisenthongranat (Pyrop)**  $[\text{SiO}^4]^3 \text{Al}^2 (\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ca})^3$  mit circa 5 Proc.  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  und etwas Chrom (wahrscheinlich als Oxydul).

Der gemeine braunrothe Granat des Glimmerschiefers u. s. w. ist ein Eisenthongranat mit  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$  bis je 5 Proc. und ebenso viel  $\text{Fe}^2\text{O}^3$ .

**Eisenthoneisengranat (Almandin)** ist  $[\text{SiO}^4]^3 (\text{Al}, \text{Fe})^2 (\text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg})^3$ .

**Mangangranat (Spessartin, edler Granat zum Theil)**  $[\text{SiO}^4]^3 (\text{Al}, \text{Fe})^2 (\text{Fe}, \text{Mn})^3$  mit etwas Ca und Mg.

**Polyadelphit** ist Kalkeisengranat, in welchem ein Theil des  $\text{CaO}$  durch  $\text{MnO}$  ersetzt ist.

**Kolophonit** ist theils körniger Granat, theils Vesuvian.

**Partschin** (Monosymmetrisch,  $a:b:c = 1,2239:1:0,7902$ ,  $\beta = 127^\circ 44'$ ) hat nach der einzigen vorliegenden Analyse die Zusammensetzung des Mangangranats, würde also eine dimorphe Modification des letzteren bilden.

**Kelyphit** ist ein Umwandlungsproduct des Granats, nach Schrauf durch Verschmelzung von Granat- und Olivinsubstanz entstanden.

## b) Saure orthokieselsaure Salze und verwandte Mineralien.

### 1. Gruppe.

**Diophas**  $\text{SiO}^4\text{CuH}^2$  Hexagonal rhomboëdr. tetart.  $\overset{a}{1}:\overset{b}{0}:\overset{c}{5281}$

Anmerk. Das sogenannte **Kieselkupfer (Chrysokoll)** enthält, wie die Auffindung deutlicher Krystalle bestätigt hat, das obige Kupfersilikat, stets aber in innigem Gemenge mit anderen Substanzen, namentlich wasserhaltiger Kieselsäure. Die Analyse einer ziemlich reinen Varietät vom Aetna ergab die Formel  $\text{SiO}^3\text{Cu} \cdot 2\text{H}^2\text{O}$ , welche auch als  $\text{SiO}^4\text{CuH}^2 \cdot \text{H}^2\text{O}$  gedeutet werden kann. Einige Chrysokoll-Varietäten enthalten auch Thonerdesilikat, so die von Utah, welche die Zusammensetzung  $\text{Si}^2\text{O}^8\text{Al}^2\text{Cu} \cdot 2\text{H}^2\text{O}$  ergeben hat; mit dem Namen **Pilarit** ist ferner eine Varietät unterschieden worden, welche sich mikroskopisch homogen verhalten soll und die Zusammensetzung  $\text{Si}^{12}\text{O}^{30}\text{Al}^6\text{CaCu}^6 \cdot 24\text{H}^2\text{O}$  besitzt. **Asperolith**, amorph, ist nach Hermann  $\text{SiO}^4\text{CuH}^2$ , d. h. unterscheidet sich von dem ätnäischen Vorkommen durch einen noch grösseren Gehalt an Wasser.

**Bementit**, jedenfalls ein Umwandlungsproduct des Tephroit, ist nach einer vorläufigen Mittheilung König's ungefähr nach der Formel  $\text{SiO}^4\text{MnH}^2$  zusammengesetzt, in welcher Mn zum Theil durch kleine Mengen Mg, Fe, Zn ersetzt ist.

**Kryptotil**, ein mikroskopisch feinfaseriges Mineral, hat nach Sauer eine sehr constante Zusammensetzung, welche, wenn man von der geringen Menge  $\text{MgO}$  absieht, der einfachen Formel  $\text{SiO}^4\text{AlH}$  entsprechen würde.

### 2. Gruppe.

**Howlith**  $\text{SiO}^4\text{CaH}^2 \cdot [\text{BO}^3]^3\text{CaH}^3$  Rhombisch?

Anmerk. Vorstehende Formulirung, als einer Verbindung eines sauren orthokieselsauren mit einem sauren borsäuren Salze ist wohl die wahrscheinlichste für das merkwürdige Mineral, welches unter allen Siliciumverbindungen den höchsten Borgehalt besitzt.

### 3. Gruppe.

**Prehnit**  $[\text{SiO}^4]^3 \text{Al}^2 \text{Ca}^2 \text{H}^2$  Rhombisch  $\overset{a}{0,8401}:\overset{b}{1}:\overset{c}{1,1097}$

Anmerk. Die Mehrzahl der Analysen ergibt einige Procent Eisenoxyd als Vertreter von Thonerde.

**Uigit Heddle's** ist vielleicht ein Umwandlungsproduct des Prehnit.

## 4. Gruppe.

<b>Axinit</b>	$[\text{SiO}^4]^3 (\text{Al}, \text{Fe})^3 [\text{BO}] (\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mn})^4 \text{H}^2$	Asymmetr.	$0,4927 : 1 : 0,4511$ $82^\circ 54' \quad 88^\circ 9' \quad 131^\circ 33'$
---------------	--	-----------	---

Anmerk. Obige Formel schloss Whitfield aus zwei neuen Analysen, während eine ältere von Rammelsberg auf die Formel  $[\text{SiO}^4]^4 \text{Al}^2 \text{B} (\text{Ca} \dots)^3 \text{H}$  führte. Wenn die erstere richtig ist, so nimmt das Mineral insofern eine eigenthümliche Stellung ein, als es die sonst für basische Silikate charakteristische Gruppe BO enthält. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob der Axinit nicht wirklich ein basisches Salz und ob die Elemente Al und B in demselben einander in wechselndem Verhältniss isomorph vertreten.

## 5. Gruppe.

<b>Harstigit</b>	$[\text{SiO}^4]^{10} \text{Al}^3 (\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Mg})^{12} (\text{H}, \text{Na}, \text{K})^7$	Rhombisch	$0,7141 : 1 : 0,0149$
------------------	--	-----------	-----------------------

Anmerk. Die vorstehende Formel beruht nur auf einer, mit einer geringen Menge angestellten Analyse. Das Mineral giebt erst bei starker Rothgluth Wasser ab.

## 6. Gruppe.

<b>Friedelit</b>	$[\text{SiO}^4]^4 \text{Mn}^4 [\text{MnCl}] \text{H}^7$	Hexagonal rhomboëdr.	$1 : 0,5624$
<b>Pyrosmalith</b>	$[\text{SiO}^4]^4 (\text{Fe}, \text{Mn})^4 [(\text{Fe}, \text{Mn})\text{Cl}] \text{H}^7$	" "	$1 : 0,5307$

Anmerk. Die einwerthige Gruppe MnCl resp. FeCl spielt in diesen Mineralien genau dieselbe Rolle, wie CaCl im Apatit; Ludwig, dem wir die genaue Kenntniss der Constitution des Pyrosmalith verdanken, fand Fe und Mn fast genau in gleicher Menge und nahm daher die verdoppelte empirische Formel  $\text{Si}^8 \text{O}^{32} \text{Fe}^6 \text{Mn}^6 \text{Cl}^2 \text{H}^{14}$  an; da aber auch kleine Mengen Magnesia und Kalk vorhanden sind, scheint es naturgemässer, eine isomorphe Vertretung jener Metalle anzunehmen, wie sie in allen Silikaten thatsächlich stattfindet.

Im Friedelit war früher der Chlorgehalt übersehen worden. Die Analyse von Gorgeu, welcher denselben nachwies, führt nun innerhalb der annehmbaren Fehlergrenzen zu genau derselben Formel, wie sie dem Pyrosmalith zukommt, und da beide Mineralien in Krystallform, Spaltbarkeit und optischen Eigenschaften übereinstimmen, so ist an ihrer Isomorphie wohl nicht zu zweifeln.

Der Pyrosmalith bildet durch seinen glimmerähnlichen krystallographischen Habitus und auch in Bezug auf seine Zusammensetzung gleichsam einen Uebergang zu der grossen und wichtigen, die nächsten Gruppen umfassenden Reihe der Glimmermineralien.

In den Eigenschaften steht dem Pyrosmalith sehr nahe der **Ekmanit**, für welchen die bisherigen Analysen die Zusammensetzung  $\text{Si}^3 \text{O}^{18} (\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg})^4 \text{H}^6$  ergaben.

## 7. Gruppe. (Glimmergruppe.)

<b>Blotit</b> (Magnesiaglimmer s. Th.)	$[\text{SiO}^4]^3 (\text{Al}, \text{Fe})^2 (\text{Mg}, \text{Fe})^2 (\text{K}, \text{H})^2$	Monosymm.	$0,5777 : 1 : 3,2755 \quad 90^\circ 0'$
---	---	-----------	---

Anmerk. Nach Clarke entspricht obige Formel der Zusammensetzung der Biotite, in welchen meist etwas Ti für Si und ein wenig Na für K vorhanden sind. Knop fand durch eine Reihe sehr sorgfältiger Analysen für das Verhältniss Si:Al genau die gleiche Zahl, für die übrigen Bestandtheile aber höhere Werthe, nämlich, wenn alle auf  $\bar{R}$  reducirt werden, durchschnittlich  $4\bar{R}$ , während aus obiger Formel  $3\bar{R}$  folgen würden. In verschiedenen Biotiten ist jedoch auch der Gehalt dreierwerthiger Elemente grösser gefunden worden, und für diese müsste man, wenn die obige Formel für sie gelten soll, eine Vertretung von AlO für K annehmen, sowie endlich eine solche von  $\text{AlF}^3$  in denjenigen Biotiten, welche kleine Mengen von Fluor enthalten. Tschermak betrachtet sämmtliche Magnesiaglimmer dieser Reihe als isomorphe Mischungen eines Silikates von der Zusammensetzung  $[\text{SiO}^4]^6 \text{Al}^6 \text{H}^6$ , in welchem jedoch der Wasserstoff atomweise durch Kalium resp. Natrium ersetzt wird, mit einem Magnesium- und Eisenoxydul-Silikat von der empirischen Zusammensetzung des Olivins, von welchem angenommen wird, dass es ein Polymeres des letzteren, nämlich  $[\text{SiO}^4]^6 (\text{Mg}, \text{Fe})^{12}$ , darstellt (ein solches mit dem Glimmer isomorphes Silikat

ist isolirt bisher nicht gefunden worden); je nach der Zusammensetzung des ersteren Silikates werden drei Abtheilungen unterschieden:

<b>Anomit:</b>	Mischungen von	$[\text{SiO}^4]^6\text{Al}^3\text{K}^4\text{H}^2$	mit	$[\text{SiO}^4]^6(\text{Mg}, \text{Fe})^{12}$
<b>Meroxen:</b>	"	"	"	$[\text{SiO}^4]^6(\text{Al}, \text{Fe})^2\text{K}^3\text{H}^3$ " $[\text{SiO}^4]^6(\text{Mg}, \text{Fe})^{12}$
<b>Lepidomelan:</b>	"	"	"	$[\text{SiO}^4]^6(\text{Fe}, \text{Al})^2\text{K}^2\text{H}^4$ " $[\text{SiO}^4]^6(\text{Fe}, \text{Mg})^{12}$

Der Anomit unterscheidet sich von den beiden folgenden nur durch die abweichende Orientirung der optischen Axenebene und enthält die zwei oben angegebenen Silikate in ungefähr gleicher Menge, während die beiden anderen Mineralien vorherrschend das erstere enthalten, und der Lepidomelan vom Meroxen besonders durch seinen höheren Eisengehalt abweicht; zwischen beiden mit einander und mit dem Anomit unzweifelhaft isomorphen Glimmerarten existiren Uebergänge, so dass die in Gesteinen vorkommenden dunklen Magnesiaglimmer theils zum Meroxen, theils zum Lepidomelan zu stellen, theils als Mischungen beider zu betrachten sind. Ferner muss bemerkt werden, dass die Formeln des ersten Silikates keineswegs sichere sind, da die Analysen sehr schwankende und meist viel höhere Wassergehalte liefern. Dieser Umstand rührt, wie Tschermak selbst hervorhebt, von der Fähigkeit der Glimmer her, in ihren feinen Capillarspalten hygroskopisches Wasser mit grosser Zähigkeit festzuhalten (nach Scharizer geben dieselben beim Erhitzen bis 300° Wasser ab, ohne dass in den physikalischen Eigenschaften die geringste Aenderung eintritt). Dazu kommt, dass die eisenreicheren Magnesiaglimmer fast niemals absolut frisch sind, also Wasser bei der Zersetzung aufgenommen haben können. Aus diesen Gründen ist die obige Formulirung des ersten, die Biotite constituirenden Silikates wenigstens in sofern unsicher, als man nicht angeben kann, wie viel Wasserstoffatome durch Kalium ersetzt sind.

**Haughtonit** und **Eisenglimmer** (dieser von Rammelsberg gewählte Name ist übrigens bereits für schuppige Varietäten des Eisenoxyd vergeben) sind sehr eisenreiche Biotite mit verschiedenem Verhältniss der ein-, zwei- und dreiwertigen Metalle, jedenfalls als isomorphe Mischungen den obigen anzureihen; wie Knop gezeigt hat, enthalten dieselben zum Theil Eisenglanz oder Titaneisen beigemengt. Der ebenfalls zu ihnen gehörige **Siderophyllit** enthält fast die gesammte Magnesia durch Eisenoxydul vertreten und endlich nur Spuren von Magnesia enthält der **Annit**, welcher nach Riggs' Analysen die Zusammensetzung  $\text{Si}^5\text{O}^{30}\text{Al}^2\text{Fe}^4\text{K}^3\text{H}^4$  besitzt. Im **Manganophyll** vertritt Mangan einen Theil des Magnesiums; Flink fand in demselben einen verhältnissmässig hohen Kali- und Kieselsäuregehalt, während sich die Krystallform als vollkommen übereinstimmend mit der des Meroxen erwies.

**Philadelphit** ist ein unter Wasseraufnahme umgewandelter Magnesiumglimmer, ebenso **Rubellan**, **Voigtit**, **Pseudobiotit**, **Hydrobiotit**, **Bastonit** und ähnliche Varietäten.

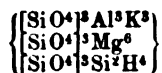
Der **Barytglimmer** von Sterzing hat nach Rammelsberg's Analyse die Formel



Das oben angegebene Axenverhältniss ist dasjenige des Meroxen; Anomit hat fast absolut die gleichen Elemente und ebenso der Lepidomelan, für welchen Brögger fand:  $a:b:c = 0,5774 : 1 : 3,1706$ ,  $\beta = 90^\circ 0'$ .

<b>Phlogopit</b> (Magnesiaglimmer s. Th.)	$\text{Si}^6\text{O}^{21}(\text{Al}, \text{Fe})^2(\text{Mg}, \text{Fe})^6(\text{K}, \text{Na})^2(\text{O H}, \text{F})^2$	Monosymm.
<b>Zinnwaldit</b> (Lithionglimmer s. Th.)	$\text{Si}^5\text{O}^{16}\text{Al}^3\text{Fe}(\text{Li}, \text{K}, \text{Na})^3(\text{F}, \text{O H})^2$	"
<b>Kryophyllit</b>	$\text{Si}^{10}\text{O}^{30}\text{Al}^4\text{Fe}(\text{Li}, \text{K}, \text{Na})^7\text{F}^4\text{H}^3$	"

Anmerk. Die angegebene empirische Formel des Phlogopit folgt aus den Ludwig'schen Analysen einiger Vorkommen, während in anderen eine in grösserer Menge stattfindende isomorphe Beimischung eines Biotit angenommen werden muss; einen Uebergang zu den Biotiten scheint ein Phlogopit darzustellen, für welchen Penfield und Sperry die empirische Formel  $\text{Si}^{17}\text{O}^{52}\text{Al}^2\text{Mg}^7\text{K}^3\text{H}^6$ , also die eines Orthosilikates, fanden, während sonst die Phlogopite, obgleich isomorph mit den Biotiten, kieselsäurereichere Verbindungen darstellen. Tschermak fasst dieselben auf als isomorphe Mischungen von:



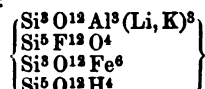
deren erstes Glied indess theilweise durch die entsprechenden, Wasserstoff enthaltenden Silikate der Biotitreihe ersetzt ist, und in welche auch eine gewisse Menge der beim Zinnwaldit zu erwähnenden Fluorverbindung eintritt. Die Formel des letzten Gliedes der Mischung ist auf voriger Seite so geschrieben, dass dasselbe eine gewisse Analogie mit den beiden ersten zeigt; doch muss bemerkt werden, dass die Formel dieses Siliciumhydroxydes den am wenigsten sicher bekannten Theil in der Constitution jener Mischung darstellt, da derselbe den Rest der Analyse nach Abrechnung der beiden ersten Glieder bildet, und auf ihn sich somit alle Fehler der einzelnen Bestimmungen häufen.

Clarke erklärt den höheren Kieselsäuregehalt durch Beimischung eines Silikates, welches an Stelle der Gruppe  $[\text{SiO}_4]$  die ebenfalls vierwerthige  $[\text{Si}^3\text{O}^8]$  enthält; der eigentliche Phlogopit ist nach ihm zusammengesetzt nach der Formel  $[\text{SiO}_4]^3\text{AlMg}^3\text{K}^3$ , worin  $\text{K} = \text{K, Na, H, Li, AlO}$  und  $\text{AlF}^2$ .

Ein baryumhaltiger Phlogopit (von Edwards) enthält wahrscheinlich eine dem Margarit analoge Baryumverbindung in isomorpher Beimischung. Der baryumreichste Glimmer ist der von Knop als „Barytbiotit“ bezeichnete, wohl zur Abtheilung des Phlogopit gehörige Glimmer von Schelingen, dessen empirische Formel  $\text{Si}^3\text{O}^{13}\text{Al}^2(\text{Mg, Ba, K})^4$ .

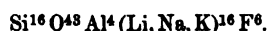
Aspidolith ist ein natronhaltiger Phlogopit.

Die umstehend angegebene Formel des Zinnwaldit stellt approximativ die empirische Zusammensetzung des Zinnwalder Minerals dar. Tschermak nimmt darin eine isomorphe Mischung folgender Verbindungen an:



Das letzte Glied ist das schon vom Phlogopit her bekannte Siliciumhydroxyd (siehe oben), von welchem sich das zweite Glied dadurch herleitet, dass 4OH durch 4F und ausserdem 4O durch 4F<sup>2</sup> ersetzt werden.

Breithaupt's Rabenglimmer ist ein eisenreicher Zinnwaldit, in dessen Nähe wohl auch der Protolithionit Sandberger's zu stellen ist. Endlich ist mit dem Zinnwaldit auch nahe verwandt der kieselsäure- und lithionreiche Polylithionit mit der empirischen Formel:



Phlogopit und Zinnwaldit sind nur approximativ messbar; innerhalb der Fehlergrenze sind ihre Dimensionen denen des Meroxen gleich.

Im Kryophyllit, dessen Zusammensetzung nach Clarke angegeben ist, steigt nun der Kieselsäuregehalt so hoch, dass er die Formel eines Metasilikates besitzt, wie der nächstfolgende Glimmer.

7 Lepidolith (Lithionglimmer s. Th.)	$\text{Si}^3\text{O}^9\text{Al}^2(\text{Li, K, Na})^2(\text{F, OH})^2$	Monosymmetrisch
7 Muscovit (Kaliglimmer)	$[\text{SiO}_4]^3\text{Al}^3(\text{K, Na})\text{H}^2$	"
7 Paragonit (Natronglimmer)	$[\text{SiO}_4]^3\text{Al}^3(\text{Na, K})\text{H}^2$	"

Anmerk. Die angegebene Lepidolithformel, nach welcher das Mineral ein Metasilikat ist, entspricht nur gewissen Analysen. Wie Scharizer gezeigt hat, steigt mit dem Kieselsäuregehalt auch derjenige an (F, OH) und R, daher es scheint, dass diese Abtheilung der Lithionglimmer eine Reihe von Mischungen darstellt von Muscovit mit einem Silikate von der Formel:



welches letztere in einzelnen Lepidolithen auch für sich vorkommt. Tschermak betrachtet dieselben, analog denen der vorigen Reihe, als Mischungen von  $\text{Si}^3\text{O}^{12}\text{Al}^3(\text{Li, K})^3$  mit  $\text{Si}^5\text{F}^{12}\text{O}^4$  und  $\text{Si}^5\text{O}^{13}\text{H}^4$ , in welchen das erste Glied vorherrscht. Clarke, welcher die oben angegebene empirische Formel für eine Reihe amerikanischer Varietäten bestätigte, fasst das Mineral auf als  $[\text{SiO}_3]^3\text{Al}^2$ , in welchem ein Atom Al durch die drei einwerthigen Gruppen resp. Atome:  $\text{Al}(\text{F, OH})^2$ , K und Li ersetzt sind. Betreffs der Bestandtheile des Lepidolith, von welchem mess-

bare Krystalle bis jetzt noch nicht gefunden wurden, muss noch bemerkt werden, dass er zuweilen nicht unbeträchtliche Mengen von Rubidium und Cäsium enthält.

Der Muscovit besitzt zum Theil die oben angegebene Zusammensetzung und enthält alsdann nur ganz geringe Mengen Fluor und zweiwerthiger Metalle; lediglich das Verhältniss von K:H ist bei derartigen Kaliglimmern variirend, deren Formel also die eines sauren Salzes der Orthokieselsäure darstellt, welches gleichsam die Grundverbindung aller Glimmerminerale bildet.

**Phengit** ist ein Kaliglimmer mit höherem Kieselsäuregehalt, welchen man nach Tschermak als isomorphe Mischung von normalem Muscovit und Lepidolith betrachten kann. Clarke erklärt denselben als Muscovit  $[\text{SiO}_4]^3\text{Al}^3\text{R}^3$ , in welchem  $[\text{SiO}_4]$  theilweise durch die ebenfalls vierwerthige Atomgruppe  $[\text{Si}^3\text{O}^6]$  ersetzt ist.

Der Paragonit stellt fast vollkommen rein die dem normalen Muscovit entsprechende Natriumverbindung dar, welche offenbar mit jenem isomorphe Mischungen zu bilden im Stande ist, da in manchen Muscoviten ein beträchtlicher Theil des Kalium durch Natrium ersetzt ist, und umgekehrt auch der Paragonit Kalium enthält.

**Cookeit** scheint ein Lepidolith zu sein, welcher durch Zersetzung Kieselsäure und Alkalien eingeblüht und Wasser aufgenommen hat.

Vielleicht ist zu den Lepidolithen seines Kieselsäuregehaltes wegen auch zu rechnen der **Roscoelith**, dessen Vanadiumgehalt nach Gent als  $\text{V}^2\text{O}^3$  vorhanden ist und daher als Thonerde vertretend aufgefasst werden kann. Unter dieser Annahme kommt dem Mineral folgende Formel zu:  $\text{Si}^{12}\text{O}^{36}(\text{Al}, \text{V})^4(\text{Mg}, \text{Fe})\text{K}^2\text{H}^8$ .

**Damourit (Onkosin)** und **Sericit** sind dichte Muscovite, während der **Lepidomorphit** seines höheren Kieselsäuregehaltes wegen wohl zum Phengit zu stellen ist.

**Chromglimmer (Fuchsit)** hat man sowohl Muscovite, als Biotite genannt, in welchen Aluminium zum Theil durch Chrom ersetzt ist. Den höchsten Gehalt an letzterem Bestandtheil zeigt der **Avalit**, welcher jedoch noch nicht in reinem Zustande analysirt werden konnte.

**Oellaohorit** ist baryumhaltiger Muscovit.

**Margarodit** und **Euphyllit** sind Gemenge von Muscovit mit anderen Glimmern.

Die aus der Zersetzung anderer Substanzen, namentlich des Cordierit und des Feldspath hervorgegangenen Mineralien: **Pinit**, **Pinitoid**, **Giesseckit**, **Gigantolith**, **Gongylit**, **Kataspillit**, **Liebenerit**, **Oosit**, **Killinit**, **Hygrophilit**, **Pyknophyllit** und **Leukophyllit** sind wahrscheinlich der Hauptsache nach dichter Muscovit, zum Theil mit einem grösseren Gehalt an Wasser, welches vielleicht hygroskopisch ist und nur in Folge des eigenthümlichen mikrokristallinen Zustandes dieser Aggregate so zähe festgehalten wird, in manchen kieselsäurereichereren wohl auch in Form beigemengten Opales vorhanden sein kann.

**Pregratit** und **Cossait** sind nur Varietäten des Paragonit, letzterer dicht, daher auch zuweilen als **Onkosin** bezeichnet.

Der Muscovit hat innerhalb der Fehlergrenzen der Messungen dieselben Winkel, wie der Meroxen; da einige seiner Formen indess nur durch complicirte Indices auf die Grundform des letzteren zurückzuführen sind, hat Tschermak es vorgezogen, ihn auf ein anderes Axenverhältniss zu beziehen. Lepidolith und Paragonit sind nicht messbar, optisch indess mit Muscovit übereinstimmend.

#### Margarit

(Kalkglimmer)



Monosymmetrisch

Anmerk. Diese Substanz, welche man auch als das basische Salz  $[\text{SiO}_4]^2[\text{Al}(\text{OH})]^2[\text{AlO}]^2\text{Ca}$  auffassen kann, betrachtet Tschermak als eine Molekularverbindung des Glimmersilikates  $\text{Si}^6\text{O}^{24}\text{Al}^6\text{H}^6$  mit einem Aluminat  $\text{Al}^6\text{O}^{12}\text{Ca}^3$ , welches dem von ihm in den Gliedern der folgenden Gruppe angenommen entspricht. Der Margarit, welcher in Bezug auf seine Eigenschaften den Uebergang von den eigentlichen Glimmern zu der Clintonitgruppe bildet, besitzt Formen, welche ebenfalls denen des Meroxen sehr nahe stehen, aber zum Theil auf dessen Axenverhältniss nur durch complicirte Indices bezogen werden können, daher Tschermak hier ebenso, wie beim Muscovit, eine andere Primärform zu Grunde legt.

**Emerylith** und **Corundellit** sind nur Varietäten des Margarit (= **Perlglimmer**, **Diphanit**).

Anhang zur Glimmergruppe: **Davreuxit**, dessen Formel wahrscheinlich  $\text{Si}^6\text{O}^{24}\text{Al}^6(\text{Mn}, \text{Mg})\text{H}^4$ , hat die Eigenschaften eines zersetzten Glimmers.

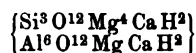
**Dudleyit**, nach Genth's Analyse  $\text{Si}^7\text{O}^{42}(\text{Al}, \text{Fe})^8\text{Mg}^6\text{H}^{20}$ , ist ebenfalls Umwandlungsproduct eines Glimmerminerals.

**Jeffersit**  $\text{Si}^5\text{O}^{26}(\text{Al}, \text{Fe})^4\text{Mg}^4\text{H}^{12}$  und **Culsagait**  $\text{Si}^3\text{O}^{14}(\text{Al}, \text{Fe})^2\text{Mg}^3\text{H}^4$ , sind Glimmer, welche in ihren physikalischen Eigenschaften gewissen Varietäten des Phlogopit nahe stehen und daher ebenso, wie einzelne sogenannte **Vermiculite** (s. am Schlusse der 8. Gruppe), auch als Zersetzungsproducte des Phlogopit betrachtet worden sind.

### 8. Gruppe. (Sprödglimmer.)

<b>Xanthophyllit</b> (Walnewit)	$\text{Si}^5\text{O}^{32}(\text{Al}, \text{Fe})^{16}(\text{Mg}, \text{Ca})^{14}\text{H}^8$	Monosymm.	$0,5774 : 1 : 0,4055$	$90^\circ 0'$
<b>Brandisit</b>	$\text{Si}^5\text{O}^{44}(\text{Al}, \text{Fe})^{12}(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Fe})^{12}\text{H}^8$	"		
<b>Clintonit</b> (Seybertit)	$\text{Si}^4\text{O}^{36}\text{Al}^{10}(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Fe})^{10}\text{H}^6$	"		

Anmerk. Wie man aus diesen empirischen Formeln ersieht, weicht die Zusammensetzung der drei obigen Mineralien nur wenig von einander ab. Tschermak betrachtet dieselben als Mischungen eines Silikates und eines Aluminates:



in welchen das letztere vorherrscht, am meisten bei Xanthophyllit; im Clintonit ist auch eine Fluorverbindung in geringerer Menge vorhanden.

Alle drei Mineralien zeigen Krystallformen, welche mit denjenigen der eigentlichen Glimmermineralien das Verhältniss a:b und die innerhalb der Fehlergrenze der Messungen liegende geringe Axenschiefe gemeinsam haben. Versucht man jedoch die allein genauer messbaren Formen des Walnewit auf diejenige des Meroxen zu beziehen, so zeigt sich, dass an ersterem ganz andere Flächen auftreten, als sie für die Krystallform des letzteren charakteristisch sind. Der Clintonit unterscheidet sich von den beiden anderen Mineralien durch seine optische Orientirung.

<b>Chloritoid</b> (Chloritapath, Barytophyllit)	$\text{SiO}^7\text{Al}^2(\text{Fe}, \text{Mg})\text{H}^2$	Monosymmetrisch
<b>Ottrelith</b>	$\text{Si}^2\text{O}^9(\text{Al}, \text{Fe})^2(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca}, \text{Mg})\text{H}^2$	"

Anmerk. **Salmit** ist ein Chloritoid, in welchem circa  $\frac{1}{3}$  des Fe durch Mn ersetzt wird. Auch die Formen des Chloritoid lassen sich, jedoch nur durch complicirte Indices, auf das Axenverhältniss des Meroxen beziehen. Sehr ähnliche Eigenschaften besitzt der **Masonit**, für welchen man die empirische Formel  $\text{Si}^6\text{O}^{24}\text{Al}^4(\text{Fe}, \text{Mn})^8\text{H}^6$ , für den ihm nahestehenden **Venasquit**  $\text{Si}^3\text{O}^{11}\text{Al}^3\text{FeH}^3$  annimmt.

**Sismondin** hat ebenfalls ganz ähnliches Verhalten und die nur wenig abweichende Zusammensetzung:  $\text{Si}^3\text{O}^{54}\text{Al}^{16}\text{Fe}^7\text{H}^{14}$ .

Nach Des Cloizeaux ist diese Gruppe von Mineralien ihrer optischen Eigenschaften wegen zum asymmetrischen Krystallsystem zu rechnen, nach Lacroix sind indessen die beobachteten Abweichungen vom monosymmetrischen System durch Zwillingsbildung und Krümmung der Lamellen zu erklären.

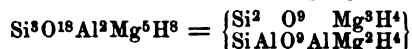
### 9. Gruppe. (Chloritgruppe.)

<b>Pennin</b>	$\left. \begin{array}{l} \text{Si}^3\text{O}^{18}(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Cr})^2(\text{Mg}, \text{Fe})^5\text{H}^3 \text{ dimorph} \end{array} \right\}$	Hexagon. rhomboëdr.	$1 : 3,495$
<b>Klinochlor</b>		Monosymmetr.	$0,5774 : 1 : 3,1272$ $103^\circ 56'$

Anmerk. Obgleich die Analysen dieser beiden Mineralien erhebliche Schwankungen zeigen (zum Theil wohl veranlasst durch Verwachsung mit anderen ähnlichen Substanzen), geht doch aus Rammelsberg's Zusammenstellung hervor, dass dieselben als gleich und im Mittel nach obiger Formel zusammengesetzt betrachtet werden müssen. Dieselbe wurde neuerdings bestätigt durch sorgfältige Untersuchung des Klinochlor von der Müssalp durch Jannasch, welcher aber fand, dass das Mineral noch lose gebundenes Wasser, ungefähr 1 Mol., enthalte.

$\text{Si}^3\text{O}^{18}\text{Al}^2\text{Mg}^5\text{H}^3$  Amesit } Tschermak's theory of isomorphous mixtures  
 $\text{Si}^3\text{O}^{18}\text{Mg}^5\text{H}^3$  Serpentin } for Chlorit Gruppe. All made up of these two molecules.

Da dieses aber zum Theil schon über Schwefelsäure entweicht, dürfte es, wie bei den Glimmern, als adhärirend an die Oberfläche der lamellaren Aggregate zu betrachten sein (vgl. S. 115). Die Formel zeigt einen zu geringen Kieselsäuregehalt, um das Mineral als ein basisches Salz der normalen Säure, in welcher H durch AlO ersetzt wäre, zu betrachten, es muss also hier, wie bei den Sprödglimmern (8. Gruppe) die Verbindung eines Silikates mit einem Aluminat angenommen werden. Andererseits könnte man die Zerlegung auch in folgender Weise vornehmen:



Das erste Glied dieser Molekularverbindung hat die Zusammensetzung des Serpentin, so dass hierdurch die nahe Beziehung, in welcher Chlorit und Serpentin stehen, einen chemischen Ausdruck erhalten würde; das zweite Glied der Formel leitet sich vom ersten ab durch Eintritt eines säurebildenden Aluminiumatoms für Silicium, ganz ähnlich wie im Anorthit (siehe Einleitung zu den Silikaten S. 95).

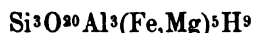
Die krystallographischen Verhältnisse und physikalischen Eigenschaften der beiden Chlorit-varietäten Pennin und Klinochlor sind so übereinstimmend, dass unzweifelhaft für dieselben gleichartige Krystallmoleküle, nur in verschiedener Lagerung, anzunehmen sind; dem entsprechend finden sich auch Varietäten, deren Krystalle an einer Stelle optisch zweiaxig, d. i. Klinochlor, an anderen durch Uebereinanderlagerung dünnster Lamellen des letzteren einaxig, also Pennin, sind. In naher Beziehung stehen endlich auch die Krystallform und die physikalischen Eigenschaften des Chlorit zu denen der Glimmer.

**Leuchtenbergit** ist eine Varietät des Pennin, ebenso **Kämmererit** und **Rhodochrom**, welche sich durch ihren hohen Chromgehalt auszeichnen. **Pseudophit** ist dichter Pennin.

**Kotschubeyit** ist die dem Kämmererit entsprechende chromreichste Varietät des Klinochlor und ist auch krystallographisch mit letzterem identisch.

Als **Tabergit** scheinen verschiedene, theils optisch einaxige, theils zweiaxige Substanzen beschrieben worden zu sein; nach der einzigen vorliegenden Analyse zu urtheilen, sind dieselben etwas kieselsäurereicher und an Thonerde ärmer, als Pennin und Klinochlor; nach der ersten der obigen Annahmen über deren Zusammensetzung würde also das constituirende Silikat über das Aluminat vorherrschen. Noch mehr scheint das der Fall zu sein bei dem **Talkchlorit**, welcher in seinen optischen Eigenschaften dem Klinochlor nahe steht; wegen seines höheren Kieselsäuregehaltes wird dieses Mineral indessen von Dana für ein Gemenge von Klinochlor mit Talk gehalten.

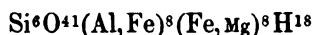
**Ripidolith**  
(Prochlorit, Helminth)



Monosymmetrisch?

Anmerk. Diese empirische Formel ergibt sich aus der Zusammenstellung und Berechnung der vorhandenen Analysen durch Rammelsberg, welcher jedoch den Wassergehalt zu hoch annimmt. Die Constitution des Ripidolith ist demnach eine an Aluminium reichere, als die des Pennin, lässt sich jedoch nicht in einfacher Weise aus einem Aluminat und Silikat gebildet annehmen. Es gehören hierher alle eisenoxydulreichen Chlorite mit 25 bis 27 Proc.  $\text{SiO}_2$ , unter denen sich wahrscheinlich auch optisch einaxige (dem Pennin entsprechende) befinden; der ebenfalls hierher zu rechnende **Korundophilith** ist jedoch unzweifelhaft monosymmetrisch.

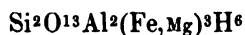
**Thuringit**  
(Owenit)



Krystallform?

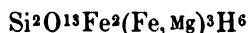
Anmerk. Diese empirische Formel entspricht sehr nahe allen Analysen, welche wenig abweichende Resultate geliefert haben. Sollte also das nur dicht und feinschuppig bekannte Mineral eine Beimengung enthalten, so müsste diese an verschiedenen Fundorten ziemlich constant sein. H. Fischer fand die Substanz homogen.

**Chamosit**  
(Chamoisit)



Krystallform?

**Cronstedtit**



Hexagonal rhomboëdr.

$\begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{array} \quad 1 : 3,2559$

Anmerk. Der Chamosit kommt nur in dichtem Gemenge mit oolithischen Eisenerzen (auf welche der Name Ch. von manchen Autoren bezogen wurde) vor, doch gab die davon getrennte Substanz zweier verschiedener Fundorte so gut übereinstimmende Werthe, dass die obige Formel als sichergestellt betrachtet werden kann. Weniger ist dies der Fall mit dem

Cronstedtit, da die Analysen dieses deutlich krystallisirenden Minerals auffallender Weise so differirende Resultate geben, dass die umstehende, von Rammelsberg aufgestellte Formel noch als unsicher betrachtet werden muss. Ein den krystallisirten Cronstedtit von Cornwall begleitendes dichtes Mineral ergab ungefähr die Formel:  $\text{Si}^2\text{O}^{15}\text{Fe}^2\text{Fe}^3\text{H}^6$ , während der krystallisirte Cronstedtit von Kuttenberg die Zusammensetzung  $\text{Si}^2\text{O}^{17}\text{Fe}^4\text{Fe}^3\text{H}^8$  zeigte. Dem Cronstedtit nahe stehen **Stilpnomelan** und **Chalcodit**.

**Aphrosiderit**  $\text{Si}^4\text{O}^{25}(\text{Al}, \text{Fe})^4(\text{Fe}, \text{Mg})^6\text{H}^{10}$  Hexag. rhomboëdr.

Anmerk. Diese nicht in messbaren Krystallen vorkommende Substanz zeigt an verschiedenen Fundorten constante Zusammensetzung, und ihre dichten Varietäten erwiesen sich auch unter dem Mikroskop als homogen. Nur ein schlesisches Vorkommen ergab einen höheren Eisenoxydgehalt und die Zusammensetzung  $\text{Si}^6\text{O}^{30}(\text{Al}, \text{Fe})^6\text{Fe}^5\text{H}^{12}$ .

**Delessit**  $\text{Si}^4\text{O}^{23}(\text{Al}, \text{Fe})^4(\text{Mg}, \text{Fe})^4\text{H}^{10}$  Krystallform?  
(Grangesit)

Anmerk. Ein Theil der Analysen weicht ziemlich stark von dieser Formel ab, und es muss trotz der anscheinenden Homogenität der Substanz, welche die mikroskopische Untersuchung ergab, als sehr fraglich bezeichnet werden, ob irgend eines der dichten, als Delessit bezeichneten Mineralien frei von Beimengungen anderer, aber unter dem Mikroskop ähnlich aussehender Substanzen der Chloritreihe ist.

**Strigovit**  $\text{Si}^2\text{O}^{11}(\text{Fe}, \text{Al})^2(\text{Fe}, \text{Mg})\text{H}^6$  Krystallform?

Anmerk. Diese Formel entspricht der Websky'schen Analyse recht gut, weniger genau scheint die ältere von Becker.

Existirt schon über die chemische Zusammensetzung der zuletzt aufgeführten Mineralien einige Unsicherheit, so ist dies in noch höherem Grade der Fall bei den folgenden, ihnen nahe stehenden Substanzen, welche zum Theil wohl nicht homogen sind, sei es durch Zersetzung, sei es durch mechanische Mischung mehrerer Chloritminerale:

**Epichlorit** und **Euralit** unterscheiden sich nur wenig von einander; für jeden liegt nur je eine einzige Analyse vor, welche zu der Formel  $\text{Si}^4\text{O}^{18}(\text{Al}, \text{Fe})^2(\text{Mg}, \text{Fe})^4\text{H}^7$  (Epichlorit), resp.  $\text{Si}^7\text{O}^{27}(\text{Al}, \text{Fe})^4(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Ca})^9\text{H}^{16}$  (Euralit) führen.

**Luocait** (Vermiculit z. Th.) ungefähr =  $\text{Si}^7\text{O}^{22}(\text{Al}, \text{Fe})^5(\text{Mg}, \text{K})^7\text{H}^7$ , **Lernilith** ungefähr =  $\text{Si}^3\text{O}^9\text{AlMg}^2\text{H}^3$ .

**Protovermiculit**:  $\text{Si}^3\text{O}^{13}(\text{Al}, \text{Fe})^3\text{Mg}^3\text{H}^3$ .

**Amesit**:  $\text{Si}^9\text{O}^{78}\text{Al}^{16}(\text{Mg}, \text{Fe})^{20}\text{H}^{32}$ ; da kein  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  angegeben ist, dessen Anwesenheit doch wahrscheinlich, so ist die Formel vielleicht:  $\text{Si}^3\text{O}^{17}(\text{Al}, \text{Fe})^4(\text{Mg}, \text{Fe})^4\text{H}^6$ .

**Epiphanit**:  $\text{Si}^3\text{O}^{14}\text{Al}^3(\text{Mg}, \text{Fe})^3\text{H}^4$ .

Hierher gehören wohl ferner noch: **Vaalit**, **Metachlorit**, **Melanolith**, **Sideroschisolith** (vielleicht identisch mit Cronstedtit) und **Leidyit**, dessen Formel:  $\text{Si}^5\text{O}^{30}\text{Al}^2(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ca})^3\text{H}^{10}$ .

Als nahe verwandt mit vorstehender Gruppe darf endlich betrachtet werden eine Reihe von Mineralien, Schrauf's **Parachlorite**, in welchen die Thonerde noch mehr gegen die Magnesia zurücktritt und welche dadurch Uebergänge zum Serpentin,  $\text{Si}^2\text{O}^9\text{Mg}^3\text{H}^4$ , bilden, von dem sie sich jedoch durch ihre glimmer- resp. chloritartige Textur unterscheiden. Hierher gehören: **Berlaut**:  $\text{Si}^{10}\text{O}^{82}\text{Al}^{16}\text{Mg}^{11}\text{H}^{31}$ , **Schuchardt**:  $\text{Si}^{10}\text{O}^{82}\text{Al}^{16}\text{Mg}^{13}\text{H}^{31}$  oder  $\text{Si}^{17}\text{O}^{84}\text{Al}^{10}\text{Mg}^{24}\text{H}^{44}$  (beide  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  für  $\text{Al}^2\text{O}^3$ , sowie  $\text{FeO}$ , letzterer auch  $\text{NiO}$ , für  $\text{MgO}$  enthaltend), **Hallit** (Vermiculit zum Theil), dessen Zusammensetzung ungefähr =  $\text{Si}^3\text{O}^{48}(\text{Al}, \text{Fe})^4\text{Mg}^{13}\text{H}^{24}$ , **Marmolith** (Thermophyllit), **Enophit** und **Antigorit**, von denen die letzteren, sehr thonerdearm, ebenso gut als blätterige Varietäten zum Serpentin gerechnet werden können.

## 10. Gruppe.

**Serpentin**  
(Ophit)



Rhombisch

Anmerk. Der Serpentin giebt 1 Mol.  $\text{H}^2\text{O}$  bei schwachem Glühen, das zweite erst nach langem und starkem Glühen ab. Will man das erstere als Krystallwasser betrachten, so würde die Formel:  $[\text{SiO}^4]^3\text{Mg}^3\text{H}^2 \cdot \text{H}^2\text{O}$ , also diejenige eines sauren Orthosilikates, und damit würde



der nahen Verwandtschaft, in welcher das Mineral zu den Chloriten und daher indirect auch zu den Glimmern steht, ein chemischer Ausdruck verliehen sein. Andererseits könnte man auch den Serpentin betrachten als eine Verbindung von 1 Mol.  $\text{Si}^2\text{O}^5[\text{Mg}.\text{OH}]^2$  (Pikrosmin) und 1 Mol.  $\text{Mg}[\text{OH}]^2$  (Brucit), eine Annahme, welche ebenso gut wie die erste erklären würde, dass das Mineral einen Theil des Hydroxyl, nämlich das im Brucit befindliche, leichter abgibt, als das dem Silikatmolekül angehörige; sehr leicht erfolgt die Wasserabspaltung auch in der Phosphorsalzperle (Haushofer). Die meisten Varietäten des Serpentin enthalten ausser den in obiger Formel angegebenen Bestandtheilen noch kleine Mengen Thonerde.

Die angegebene Bestimmung des Krystallsystems beruht auf den optischen Eigenschaften der faserigen Varietäten des Serpentin, des sogenannten **Chrysotil** oder **Serpentin-Asbest**, zu welchem auch der thonerdefreie **Metaxit** zu rechnen ist.

Zum Serpentin gehören: **Pikrolith**, **Zöblitzit**, **Williamsit**, **Bowenit**, **Baltimorit** (besonders eisenreich), **Vorhauserit** und als mit Magnetit gemengte, daher anscheinend eisenreichere Varietäten **Hydrophit** und **Jenkinsit**, endlich wahrscheinlich auch **Dermatin**, **Pelhamit**, **Chlorophäit** und **Nigrescit**.

**Bowlingit** ist ein Gemenge eines faserigen und eines dichten, serpentinähnlichen Minerals.

Unter dem Namen **Asbest** versteht man Magnesiumsilikate von sehr wechselnder Zusammensetzung, welche beim Glühen Wasser geben, zum Theil dasselbe aber auch als solches lose gebunden enthalten.

Da der Serpentin und die mit demselben verwandten Substanzen nicht allein aus Olivin, sondern auch aus anderen und zwar thonerdehaltigen Mineralien hervorgegangen sind, so findet sich in der Natur eine Reihe von thonerdehaltigen Magnesiumsilikaten, welche als Uebergangsstadien jenes Processes der sogenannten „Serpentinisirung“ zu betrachten sind und zum Theil wohl mechanische Gemenge sein dürften. Es gehören hierher:

**Leukotil**, für welchen die Formel  $\text{Si}^4\text{O}^{27}(\text{Al}, \text{Fe})^2(\text{Mg}, \text{Ca})^8\text{H}^{16}$  angegeben wird und dem in der Zusammensetzung eine thonerdehaltige Varietät des Metaxit ziemlich nahe steht.

**Pilolith** (**Bergleder** z. Th.):  $\text{Si}^5\text{O}^{21}\text{AlMg}^2\text{H}^{15}$ . Andere Varietäten des sogenannten Bergleders, sowie des „Bergholzes“ und „Bergkorkes“ sind identisch mit Asbest oder mit eisenreichem Chrysotil, dessen Eisenoxydulgehalt durch Zersetzung in Oxyd umgewandelt ist.

**Duporthit** ist ein asbestähnliches Mineral von der Zusammensetzung  $\text{Si}^4\text{O}^{15}\text{Al}^3(\text{Mg}, \text{Fe})^2\text{H}$ .

**Pyknotrop** enthält neben Thonerde und Magnesia auch etwas Kali.

**Balvradit** ist ungefähr  $\text{Si}^5\text{O}^{19}\text{Al}^3(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Na}^2, \text{K})\text{H}^3$ .

Endlich scheint mit dem Serpentin verwandt zu sein auch der **Karyopilit**, dessen Zusammensetzung ungefähr  $\text{Si}^3\text{O}^{13}\text{Mn}^4\text{H}^6$  mit kleinen Mengen Mg etc.

### **Pikrosmin** $\text{Si}^2\text{O}^7(\text{Mg}, \text{Fe})^2\text{H}^2$

Anmerk. Diese Zusammensetzung lässt sich vielleicht deuten als die eines basischen Salzes der Dikieselsäure, d. h. als  $\text{Si}^2\text{O}^5[\text{Mg}.\text{OH}]^2$ . Die für das Mineral angegebene Spaltbarkeit, nach welcher man auf eine rhombische Krystallform desselben geschlossen hat, ist wahrscheinlich nur schalige Zusammensetzung der Aggregate und rührt von derjenigen Substanz her, aus deren Umwandlung der Pikrosmin hervorgegangen ist, da derselbe nach H. Fischer unter dem Mikroskop feine Aggregatpolarisation, auf winzigste Krystallindividuen hindeutend, zeigt.

**Monradit** und **Neolith** (dieser mit einer Aluminiumverbindung gemengt) unterscheiden sich vom Pikrosmin nur durch ihren geringeren Wassergehalt.

### **Talk** $\text{Si}^4\text{O}^{12}\text{Mg}^3\text{H}^2$ Monosymmetrisch?

Anmerk. Dieses Mineral steht in seiner Krystallform, so weit es die unvollkommene Ausbildung derselben erkennen lässt, in seinen optischen und Cohäsionsverhältnissen den Glimmern auffallend nahe. Dieser Verwandtschaft wird Rechnung getragen durch eine von Tschermak aufgestellte Ansicht, nach welcher man die angegebene Formel zu verdoppeln und den Talk als eine Molekularverbindung von der Zusammensetzung  $[\text{Si}^4\text{O}^{12}]^3\text{Mg}^6 + \text{Si}^6\text{O}^{12}\text{H}^4$  zu betrachten habe; die beiden Bestandtheile dieser Formel stellen aber zwei von den Verbindungen dar, welche nach jenem Autor die Mineralien der Glimmergruppe constituiren (s. S. 115 u. 116). Andererseits lässt sich der Talk auch auffassen als ein basisches Salz der Dikieselsäure  $\text{Si}^2\text{O}^5\text{H}^2$  von der Formel:  $[\text{Si}^2\text{O}^5]^3\text{Mg}[\text{Mg}.\text{OH}]^2$ .

Dem Talk schliessen sich folgende Mineralien an:

Groth, tab. Uebers. d. Mineralien. 3. Aufl.

*Pseudomorphie für Quarz Meerschäum*

**Steatit (Speckstein)**, welcher nach seiner chemischen Zusammensetzung und mikroskopischen Beschaffenheit als ein dichter Talk betrachtet werden muss, sich aber, wie Haushofer fand, dadurch von jenem unterscheidet, dass er in der Phosphorsalzperle nur schwer zersetzt wird, während der blätterige Talk unter Anschwellen und Aufbrausen leicht ein Kieselskelett giebt.

**Meerschäum (Sepiolith)**, wahrscheinlich  $\text{Si}^2\text{O}^{10}\text{Mg}^2\text{H}^4$  und der in den Analysen gefundene höhere Wassergehalt als hygroskopisch zu betrachten, wie die Untersuchung der feinfaserigen Varietät von Utah gezeigt hat.

**Aphrodit**, ein Meerschäum ähnliches, im Mikroskop homogen erscheinendes Silikat von der Zusammensetzung  $\text{Si}^4\text{O}^{15}\text{Mg}^4\text{H}^6$ .

**Spadait**, ebenfalls homogen,  $\text{Si}^6\text{O}^{21}\text{Mg}^5\text{H}^8$ .

**Genthit** ist nach Walker  $\text{Si}^3\text{O}^{10}(\text{Mg},\text{Ni})^3\text{H}^4$ , d. h. ein nickelhaltiger Sepiolith, giebt aber die Hälfte seines Wassergehaltes schon bei  $100^\circ$  ab. Für seine Verwandtschaft mit den Mineralien dieser Gruppe spricht indessen das Auftreten einer von demselben Chemiker analysirten blätterigen Varietät von den Eigenschaften des Talkes und mit demselben Gehalt an Nickel, welches Metall übrigens in geringen Mengen auch in manchen Varietäten des eigentlichen Talkes nachgewiesen worden ist. Clarke und Hood fanden in dichten und nur mikroskopisch als krystallinisch erkennbaren Varietäten des Genthit erheblich weniger Kieselsäure, so dass in diesen eher ein saures Orthosilikat vorzuliegen scheint, allerdings mit Beimengungen, besonders von Quarz. Diese Varietäten würden daher dem folgenden Mineral nahe stehen, dem

**Garnierit (Numäit)**, welcher die Zusammensetzung  $\text{SiO}^4(\text{Ni},\text{Mg})\text{H}^3$  mit einem Ueberschuss von höchstens  $\frac{1}{2}$  Mol.  $\text{H}_2\text{O}$  besitzt und in den kleintraubigen Aggregaten nach Bertrand das Interferenzkreuz optisch einaxiger, sphärolithischer Körper zeigt. Derselbe Autor giebt auch eine Aggregatpolarisation an für den Pimelith, während dieser nach Fischer amorph ist; hiernach sind unter diesem Namen zwei Mineralien verstanden worden, wie es auch die vorhandenen Analysen zeigen (siehe unter den wasserhaltigen Silikaten S. 150).

**Konarit** ist ungefähr  $\text{Si}^3\text{O}^{10}\text{Ni}^3\text{H}^4$  und besitzt, wie der nach derselben Formel zusammengesetzte Genthit, einen Ueberschuss an Wasser von circa  $\frac{1}{2}$  Mol.; er ist nach Bertrand stark doppelbrechend und scheint hexagonal zu sein.

**Gymnit (Deweylit)** enthält  $\text{Si}^3\text{O}^{12}\text{Mg}^4\text{H}^4$ , ausserdem aber noch circa  $4\text{H}_2\text{O}$  in lockerer Bindung; **Nickelgymnit** und **Eisengymnit** sind ähnlich zusammengesetzte Körper, in denen ein Theil des Magnesium durch Nickel resp. Eisen ersetzt ist; alle zeigen Aggregatpolarisation, sind also nur scheinbar amorph. Dem Gymnit sehr nahe steht der **Melopsit**.

Unsicher in Bezug auf ihre Homogenität sind der **Hampshireit**, ungefähr  $= \text{SiO}^4\text{MgH}^3$  und der **Xonotlit**, dessen Analyse annähernd auf die Formel  $\text{Si}^4\text{O}^{13}\text{Ca}^4\text{H}^3$  führt.

Unter den Namen **Saponit**, **Cathkinit** und **Kerolith** endlich sind verschiedene, zum Theil thonerdehaltige Magnesiumsilikate von wechselnder Zusammensetzung, zum Theil wohl dichte Gemenge, zum Theil vielleicht amorphe wasserhaltige Silikate, beschrieben worden.

## 11. Gruppe.

<b>Kaolin</b>	$\text{Si}^2\text{O}^9\text{Al}^3\text{H}^4$	Monosymm.	$0,5748 : 1 : 4,7267$	$96^\circ 49'$
(Porzellanerde)				

Anmerk. Die einfachste Auffassung dieses Silikates wäre die eines basischen Salzes der Dikieselsäure  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{H}^2$ , in welcher die beiden Wasserstoffatome durch die einwerthigen Gruppen  $\text{Al}[\text{OH}]^3$  ersetzt sind. Die oben angegebene empirische Zusammensetzung entspricht genau der des Serpentin, mit dem Unterschiede, dass 3 Mg durch die gleichwerthigen 2 Al ersetzt sind, und bietet sich auch darin eine Beziehung zu jenem Mineral dar, dass letzteres oder wenigstens serpentinähnliche Substanzen zuweilen aus denselben Mineralien bei der Zersetzung hervorgehen wie der Kaolin, z. B. aus Feldspath, bei dessen Serpentinisirung in der That die Ersetzung von Thonerde durch Magnesia stattfindet. Andererseits zeigen die deutlicher krystallisirten Varietäten, welche man **Nakrit** und **Pholerit** genannt hat, in ihrer Form, Spaltbarkeit und optischen Eigenschaften eine auffällige Verwandtschaft mit dem Kaliglimmer, dessen chemische Zusammensetzung ja auch eine ziemlich ähnliche ist.

Die oben angegebenen krystallographischen Elemente wurden neuerdings von Miers festgestellt. Reusch fand an Krystallen eines anderen Vorkommens optische Abweichungen im Sinne des asymmetrischen Systems. Auch bei den Glimmern liegen Beobachtungen vor, welche für eine asymmetrische Form einzelner Varietäten sprechen.

*Serpentin*  $\text{Si}^{20} \text{O}^6 \text{Mg}^3 \text{H}^4$  ... *Talk*  $\text{Si}^{40} \text{O}^{12} \text{Mg}^3 \text{H}^2$   
*Kaolin*  $\text{Si}^{20} \text{O}^6 \text{Al}^2 \text{H}^4$  ... *Pyrophyllit*  $\text{Si}^{40} \text{O}^{12} \text{Al}^2 \text{H}^2$

**Steinmark** ist nichts Anderes, als dichter, theils unreiner, manchmal aber auch ziemlich homogener Kaolin, während der sedimentäre Thon dieselbe Substanz in lockerer Aggregatform enthält, verunreinigt durch feinen Quarzsand, amorphes wasserhaltiges Aluminiumsilikat, kohlen-sauren Kalk und andere fremde Beimengungen.

Der **Gilbertit** von Cornwall steht dem **Nakrit** sehr nahe, bedarf aber noch weiterer Untersuchung. Mit demselben Namen hat man neuerdings einige ähnlich aussehende, auf sächsischen Zinnerzlagern vorgekommene Substanzen bezeichnet, welche aber unzweifelhaft zum **Kaliglimmer** gehören. Der **Talcosit** ist ein dem **Gilbertit** ähnliches Mineral.

**Pyrophyllit**  $(\text{Si}^2 \text{O}^6 \text{AlH})^2$  Rhombisch

Anmerk. Auch dieses Mineral zeigt in seinen physikalischen Eigenschaften (ausgebildete Krystalle sind nicht bekannt) eine gewisse Aehnlichkeit mit den Glimmern. Seine chemische Zusammensetzung lässt sich am einfachsten deuten als  $\text{Si}^2 \text{O}^6 [\text{Al.OH}]$ .

**Agalmatolith** (**Pagodit**, **Bildstein**) ist dichter **Pyrophyllit**, verhält sich also zu diesem, wie der **Speckstein** zum blätterigen **Talk**; er zeigt auch dem **Pyrophyllit** gegenüber einen ähnlichen Unterschied des Verhaltens in der **Phosphorsalzperle**.

**Bravaisit**,  $\text{Si}^9 \text{O}^{30} (\text{Al, Fe})^4 (\text{K}^2, \text{Mg, Ca})^2 \text{H}^8$ , ist mikrokristallinisch faserig und wahrscheinlich rhombisch. Die Namen **Glaukonit**, **Grünerde**, **Seladonit** beziehen sich auf dichte Substanzen, welche zweifellos grösstentheils mechanische Gemenge sind. Dieselben enthalten sehr wechselnde Quantitäten Kieselsäure, Thonerde, viel Eisen, grösstentheils als Oxyd, ferner einwerthige Metalle, besonders Kali, aber nur geringe Mengen **Magnesia**. Eine allgemeine Formel lässt sich für diese Substanzen nicht aufstellen, ebenso wenig wie für den ähnlich zusammengesetzten kupferhaltigen **Venerit**, welcher keinesfalls homogen ist.

Wenn der kalihaltige **Pihlit** von Sala in Schweden mit dem **Cymatolith** identisch ist, wie **Dana** annimmt, so ist er ein Glimmer enthaltendes mechanisches Gemenge und kann nicht als besonderes Mineral betrachtet werden.

## C. Intermediäre Silikate.

1. Gruppe. Dieselbe umfasst eine Anzahl zum Theil durch ihr Vorkommen in Gesteinen wichtiger Mineralien, deren chemische Zusammensetzung jedoch noch nicht sicher festgestellt ist. Dieselben unterscheiden sich im Verhältniss der Kieselsäure zu den Basen nur wenig von den normalen Orthosilikaten.

**Melilith**  $\text{Si}^5 \text{O}^{19} (\text{Al, Fe})^2 (\text{Ca, Mg})^6$  Tetragonal  $\frac{1}{1} : \frac{0,6429}{0}$   
 (Humboldtith)

Anmerk. Dieses Mineral wurde bisher meist als Orthosilikat betrachtet, doch geben die vorhandenen Analysen sämmtlich mehr Kieselsäure an und führen im Mittel zu obiger empirischer Formel, welche freilich noch sehr unsicher ist, da die wenigen Analysen recht grosse Differenzen zeigen. Sollte sich dieselbe bestätigen, so ist die Constitution wahrscheinlich so aufzufassen, dass die Verbindung sich von der Orthokieselsäure ableitet, aber, an Aluminium gebunden, eine einwerthige Atomgruppe  $\text{SiO}^3 \text{Na}$  enthält (siehe folgende Anmerk.); die Analysen ergaben nämlich neben Ca und Mg auch Na, und zwar scheint dessen Menge um so grösser zu sein, je höher der Kieselsäuregehalt ist.

**Nephelin**  $\text{Si}^9 \text{O}^{34} \text{Al}^8 (\text{Na}^2, \text{K}^2, \text{Ca})^4$  Hexag. hemiëdr. (hemimorph)  $\frac{1}{1} : \frac{0,8390}{0}$   
**Cancrinit**  $\text{Si}^9 \text{O}^{36} \text{Al}^8 [\text{CO}^3 \text{Na}]^2 (\text{Na}^2, \text{Ca})^4 \text{H}^6$  Hexagonal ?  
**Sommit**  $\text{Si}^{24} \text{O}^{98} \text{Al}^{25} (\text{Cl, SO}^4 \text{Na, CO}^3 \text{Na})^{11} (\text{Na}^2, \text{Ca, K}^2)^{16}$  Hexagonal  $1 : 0,4183$   
 (Davy, Mikrosommit)

*19157*

Anmerk. Die umstehende empirische Formel des Nephelin wurde zuerst von Scheerer aufgestellt und später von Rauff bestätigt. Von Anderen wird für das Mineral die einfache Formel eines Orthosilikates,  $\text{Si}^2\text{O}^8\text{Al}^2(\text{Na}^2, \text{Ca})$ , angenommen, und eine Schmelze von genau dieser Zusammensetzung erstarrt nach Dölter vollständig zu Krystallen von ähnlichen Eigenschaften, wie die des Nephelin. Wenn jedoch dem Mineral wirklich, wie es scheint, ein höherer Kieselsäuregehalt, als der eines Orthosilikates ist, zugeschrieben werden muss, so ist die wahrscheinlichste Erklärung dafür die, dass in derselben Weise, wie im Cancrinit, welcher mit dem Nephelin durch sein geologisches Vorkommen, seine Zersetzungsproducte, seine hexagonale Form und prismatische Spaltbarkeit jedenfalls in sehr naher Beziehung steht, eine einwerthige Gruppe vom Charakter eines Säureradicals, nämlich  $\text{CO}^3\text{Na}$ , vorkommt, — so auch im Nephelin die ähnlich constituirte Gruppe  $\text{SiO}^3\text{Na}$  eine Valenz des Aluminium sättigt, während das Mineral im Uebrigen die Constitution eines Orthosilikates besitzt. Nach Clarke's Vorschlag würde dann die angegebene Formel aufzufassen sein als:  $[\text{SiO}^4]^7\text{Al}^6[\text{Al.SiO}^3\text{Na}]^2\text{Na}^8$ . Im Sommit spielen dieselbe Rolle, wie hier  $\text{SiO}^3\text{Na}$ , ausserdem die Gruppe  $\text{SO}^4\text{Na}$  und Cl, und die chemische Aehnlichkeit des Nephelin mit den beiden anderen Mineralen tritt auch darin hervor, dass die Analysen desselben ausser den in der Formel aufgenommenen Bestandtheilen noch kleine Mengen H und Cl ergaben.

Für den Cancrinit, der also jedenfalls physikalisch dem Nephelin sehr nahe steht, ergaben die Untersuchungen von Rauff und Clarke etwas verschiedene Resultate, indem Ersterer das Verhältniss  $\text{CO}^2:\text{SiO}^2 = 2:9$ , Letzterer  $= 2:8$  und dafür weniger Na fand, während das Verhältniss  $\text{Al}:\text{CO}^2$  bei Beiden genau gleich ist. Nimmt man als vorläufigen Ausdruck für das erste Verhältniss die von Rauff gefundene Zahl und für die Natriummenge den Clarke'schen Werth, so erhält man die angegebene Formel, d. h. einfach diejenige eines Orthosilikates, welches sich ableitet von 9 Mol.  $\text{Si}[\text{OH}]^4$ , in welchem 30 H substituirt sind durch: 6 Al, 2 Al. $\text{CO}^3\text{Na}$  und 8 Na. Damit stimmen auch genügend gut überein die Zahlen, welche Lindström bei der Analyse eines schwedischen Cancrinit erhielt; in diesem fanden sich ferner geringe Mengen von Schwefelsäure und, wie auch im uralischen, von Chlor, so dass die Analogie mit dem Sommit eine vollständige ist. Nachdem durch Rauff gezeigt worden ist, dass der Cancrinit nicht, wie man früher annahm, ein mechanisches Gemenge von Nephelin und Kalkspath, sondern ein eigenthümliches, sowohl Kieselsäure als Kohlensäure enthaltendes Salz darstellt, wurde die Selbstständigkeit des Minerals noch ferner bewiesen durch sein Auftreten in Form nadelförmiger Krystalle, als ursprünglicher wesentlicher Bestandtheil des Gesteins von Siksjöberg.

Unter dem älteren Namen „Sommit“ werden am geeignetsten zusammengefasst die am Vesuv vorkommenden hexagonalen Krystalle, deren Form sich von der des Nephelin nur dadurch unterscheidet, dass an derselben eine Pyramide auftritt, welche, wie aus dem umstehenden Axenverhältniss hervorgeht, genau der Pyramide  $\{10\bar{1}2\} \frac{1}{2}P$  des Nephelin entsprechen würde. Während bei den früheren Analysen des sogenannten Davyn theils gewisse Bestandtheile übersehen, theils zersetztes Material angewendet worden war, wurde die richtige Zusammensetzung zuerst von G. vom Rath an den nadelförmigen Kryställchen des von ihm für ein neues Mineral gehaltenen „Mikrosommit“ erkannt und dann an den grossen wasserhellen Krystallen, welche dem früher als Davyn und Sommit bezeichneten Mineral angehören, durch Rauff noch genauer festgestellt. Es lässt sich aus Dessen und Scacchi's Analysen indess keine einfachere Formel berechnen, als die auf voriger Seite angegebene, welche daher nur als vorläufiger Ausdruck der Zusammensetzung betrachtet werden kann. Wahrscheinlich liegen hier isomorphe Mischungen von Salzen vor, welche dem Cancrinit nahe stehen, jedoch an Stelle der Gruppe  $\text{CO}^3\text{Na}$  die ebenfalls einwerthige  $\text{SO}^4\text{Na}$  resp. Chlor enthalten, also eine dem Sodalith und Nosean (siehe nächste Gruppe) analoge Constitution besitzen; neben ihnen tritt dann das Kohlensäure enthaltende Silikat des Cancrinit oder eines von ähnlicher Constitution in die Mischung ein. Da in den vorhandenen Analysen mit dem Thonerdegehalt derjenige der genannten einwerthigen Radicale zunimmt, so ist jedenfalls anzunehmen, dass dieselben mit Aluminium verbunden sind.

Kalophilit ist wahrscheinlich ein Nephelin, in welchem der grösste Theil des Natriums durch Kalium ersetzt ist.

Dem Cancrinit nahe steht nach Nordenskiöld der Kainosit, dessen empirische Formel:  $\text{Si}^4\text{CO}^{17}(\text{Y}, \text{Er})^2\text{Ca}^2\text{H}$ , und welcher eine pseudohexagonale Krystallform besitzt.

Zum Sommit gehören wohl die Varietäten Cavolinit, Pseudonephelin und Pseudosommit.

## 2. Gruppe.

<b>Sodalith</b>	$[\text{SiO}^4]_4 \text{Al}^3[\text{Al.Cl}]\text{Na}^3$	Regulär
<b>Nosean</b>	$[\text{SiO}^4]_4 \text{Al}^3[\text{Al.SO}^4\text{Na}]\text{Na}^3$	"
<b>Hauyn</b>	$[\text{SiO}^4]_4 \text{Al}^3[\text{Al.SO}^4\text{Na}](\text{Ca}, \text{Na}^2)\text{Na}^3$	"

Anmerk. Die Zusammensetzung vorstehender Mineralien ist aufgefasst entsprechend dem Vorschlage Clarke's, welcher in der That die einfachste Erklärung ihrer Isomorphie liefert und durch den zugleich die nahen Beziehungen, in welchen dieselben mit denen der vorigen Gruppe stehen, auch vom chemischen Standpunkte aus klar gelegt werden. Danach leiten sich dieselben ab von der Orthokieselsäure, deren Wasserstoff zum Theil durch Aluminium und Natrium (im Hauyn ist ein Theil des letzteren durch die äquivalente Menge Ca vertreten), zum Theil durch eine zweiwerthige Gruppe ersetzt ist, bestehend entweder aus Aluminium in Verbindung mit der einwerthigen Atomgruppe  $\text{SO}^4\text{Na}$ , welche einen sauren Charakter besitzt, oder aus der ganz analogen Verbindung von Aluminium mit einem Chloratom (vergl. übrigens Einleitung zu den Silikaten S. 97). Wenn der in einigen Analysen gefundene Wassergehalt nicht secundär ist, so wäre eine Vertretung von Cl durch OH anzunehmen, wie sie bei den Phosphaten mehrfach vorkommt.

**Ittnerit** und **Skolopsit** sind ursprünglich Hauyn oder Nosean, theilweise in einen Zeolith, wahrscheinlich Gismondin, umgewandelt.

Unzweifelhaft gehört in die obige Gruppe, dem Hauyn am nächsten stehend, auch der **Lasurstein** (lapis lazuli), welcher seine blaue Farbe wahrscheinlich derselben Ursache verdankt, wie das Ultramarin (einem Polysulfide des Natrium oder fein vertheiltem schwarzen Schwefel nach Knapp), aber selbst in Krystallen stets ein mechanisches Gemenge der blau gefärbten Substanz mit farblosen Körpern darstellt, so dass es unmöglich ist, aus den Analysen eine Formel abzuleiten.

## 3. Gruppe. (Sauerstoffverhältniss 5 : 6.)

<b>Ganomolith</b>	$\text{Si}^3\text{O}^{11}\text{Pb}^3(\text{Ca}, \text{Mn})^2$	Tetragonal	$\frac{a}{b} : \frac{c}{c} \text{ circa}$
-------------------	---	------------	---

Anmerk. Da Blei unschwer basische Salze bildet, kann dieses Mineral betrachtet werden als  $[\text{SiO}^3]_3[\text{Pb}^3\text{O}^2]\text{Ca}^2$ , d. h. als basisches Salz der Metakieselsäure mit der zweiwerthigen Gruppe  $-\text{Pb}-\text{O}-\text{Pb}-\text{O}-\text{Pb}-$ , wie sie z. B. in Mendipit (S. 48) enthalten ist.

## 4. Gruppe. (Sauerstoffverhältniss 3 : 4.)

<b>Barysilit</b>	$\text{Si}^2\text{O}^7\text{Pb}^2$	Hexagonal
------------------	------------------------------------	-----------

Anmerk. Diese Substanz, in welcher ein kleiner Theil des Pb durch Mn und sehr geringe Mengen Ca, Mg, Fe ersetzt wird, ist entweder das neutrale Salz der sechsbasischen Orthokieselsäure oder das basische Salz  $\text{Si}^2\text{O}^5[\text{Pb}^2\text{O}^2]$  der Metadikieselsäure, in welcher dieselbe Atomgruppe auftritt, wie im vorhergehenden Mineral.

## 5. Gruppe. (Sauerstoffverhältniss 3 : 4.)

<b>Cordierit</b> (Dichroit, Jolith)	$\text{Si}^2\text{O}^{25}(\text{Al}, \text{Fe})^6\text{Mg}^3$	Rhombisch	$\frac{a}{b} : \frac{c}{c} : \frac{d}{d}$ 0,5870 : 1 : 0,5585
--	---	-----------	--

Anmerk. Die Formel des Cordierit ist noch nicht ganz sicher, da noch keine Untersuchungen darüber vorliegen, ob der zuweilen nicht unbeträchtliche Eisengehalt wirklich als Eisenoxyd, wie angenommen wird, vorhanden ist. In diesem Falle liegt wahrscheinlich ein neutrales Salz der Orthokieselsäure vor, jedoch lässt sich die obige Zusammensetzung auch auf die Metakieselsäure zurückführen als basisches Salz:  $[\text{SiO}^3]_3\text{Al}^3[\text{AlO}]^4\text{Mg}^3$ .

Die aus der häufig erfolgten Zersetzung des Cordierit hervorgegangenen Mineralien: **Fahlunit**, **Gigantolith**, **Praseolith**, **Aspasiolith**, **Bonsdorffit**, **Esmarkit**, **Chlorophyllit**, **Pinit**, sind wohl grossentheils mechanische Gemenge und zwar besonders glimmerartiger Mineralien (vergl. S. 177).

**Sphenoklas** ist ein derbes Mineral von der Zusammensetzung  $\text{Si}^6\text{O}^{21}\text{Al}^3(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})^6$ ; diese Formel entspricht, wie die des Cordierit, dem Sauerstoffverhältniss 3 : 4, doch ist die Homogenität des Sphenoklas noch nicht sicher gestellt.

## 6. Gruppe. (Sauerstoffverhältniss 5 : 7.)

**Barylith**  $\text{Si}^7\text{O}^{24}\text{Al}^4\text{Ba}^4$  Rhombisch?

Anmerk. Die vorstehende empirische Formel, in welcher für Al ein wenig Fe, für Ba kleine Mengen Pb, Ca u. s. w. einzusetzen sind, stimmt sehr gut mit Blomstrand's Analyse lässt sich aber kaum in einfacher Weise auf eine der bekannten Kieselsäuren zurückführen.

## 7. Gruppe.

**Melinophan**  $\text{Si}^3\text{O}^{10}\text{FBe}^2\text{Ca}^2\text{Na}$  Tetragonal  $\frac{a}{b} : \frac{c}{b} = 1 : 1 : 0,6584$   
**Leukophan**  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{FBeCaNa}$  Rhombisch 0,9939 : 1 : 0,6722

Anmerk. Die krystallographischen und chemischen Verhältnisse dieser Mineralien sind neuerdings von Brögger auf Grund neuer Analysen von Bäckström eingehend untersucht worden, aus welchen sich die obigen empirischen Formeln ergaben. Diejenige des **Leukophans** lässt sich deuten als  $[\text{SiO}_3]^2\text{Ca}[\text{BeF}]\text{Na}$ , d. h. als eine Verbindung, welche sich von einem basischen Metasilikat nur durch Eintritt von F für OH unterscheidet, und diese Deutung ist in der unverkennbaren Aehnlichkeit des Axenverhältnisses mit denjenigen der Pyroxengruppe, zu welcher ebenfalls fluorhaltige Mineralien vorkommen, nicht ganz von der Hand zu weisen. In dem **Melinophan** wurde eine gewisse Menge Al gefunden, welche für obige Formel in die äquivalente Menge Be umgerechnet worden ist. Auch letzteres Mineral lässt sich wohl als ein basisches Metasilikat betrachten, wenn man darin die zweiwerthige Gruppe  $-\text{Ca}-\text{O}-\text{Ca}-$  annimmt, nämlich als:  $[\text{SiO}_3]^3[\text{Ca}^2\text{O}]\text{Be}[\text{BeF}]\text{Na}$ . Beide Mineralien sind hemiëdrisch (der **Melinophan** wahrscheinlich sogar tetratoëdrisch) und zeigen in ihren Axenverhältnissen eine auffallende Uebereinstimmung (welche auch in Bezug auf die Symmetrie vorhanden wäre, wenn man die tetragonalen Krystalle des einen aus Lamellen von der Molekularstruktur des anderen sich aufgebaut denkt), so dass auch eine nahe chemische Beziehung derselben wahrscheinlich ist. Für solche versuchte Brögger durch folgende Formeln zum Ausdruck zu bringen:

**Melinophan:**  $[\text{SiO}_3]^4[\text{SiO}_4]^2\text{Ca}^4\text{Be}^2[\text{BeF}]^2\text{Na}^2$

**Leukophan:**  $[\text{SiO}_3]^4[\text{SiO}_3\text{F}]^2\text{Ca}^2\text{Be}^2[\text{BeF}]\text{Na}^2$

In letzterem wäre daher je ein Hydroxyl der neben Metakieselsäure in der Verbindung angenommenen Orthokieselsäure durch ein Fluoratom ersetzt, daher die Substanz zwei durch Metall vertretbare Wasserstoffatome, also ein Atom Ca, weniger enthalten muss; ausserdem unterscheidet sich die Formel des **Leukophans** von der des **Melinophans** dadurch, dass ein Na die zweiwerthige Gruppe BeF vertritt.

## 8. Gruppe.

**Astrophyllit**  $(\text{Si}, \text{Ti}, \text{Zr})^7\text{O}^{22}(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Ca}, \text{Mg})^3(\text{K}, \text{Na})^2\text{H}^4$  Rhombisch  $\frac{a}{b} : \frac{c}{b} = 1,0098 : 1 : 4,752$

Anmerk. Die Zusammensetzung dieses Minerals steht der eines Metasilikates so nah, dass man dasselbe früher mit der Pyroxengruppe vereinigt hat, mit welcher es in Bezug auf die Spaltbarkeit und das Verhältniss der Axen a und c auch unverkennbare Aehnlichkeit besitzt. Die obige Formel ist aus Bäckström's neuer Analyse des frischesten Materials hergeleitet, in welcher nur eine geringe Menge Thonerde und Eisenoxyd gefunden wurde, welche wohl in Form eines Al-, Fe-Silikates von nicht anzugebender Constitution isomorph beigemischt ist. König's Analyse des amerikanischen **Astrophyllit** ergab erheblich mehr  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  und weniger FeO; nimmt man aber an, dass in diesem Material ein Theil des Eisens höher oxydirt gewesen sei, eine bei eisenreichen Silikaten in der Natur ja so häufige Umwandlung, das Mineral als ursprünglich etwas mehr FeO enthalten habe, so führt auch diese Analyse auf dieselbe Formel. König und Brögger haben versucht, die Constitution des Minerals auf die eines Orthosilikates zurückzuführen, in welchem die vierwerthigen Elemente Ti und Zr als Basen vorhanden wären. Nach Brögger ist der früher als asymmetrisch betrachtete **Astrophyllit** rhombisch; in Obigem ist die Stellung und das Axenverhältniss dieses Autors adoptirt worden.

## D. Metasilikate.

## 1. Gruppe. (Pyroxen- oder Augitgruppe.)

## a) Rhombische Reihe:

Enstatit	SiO <sup>3</sup> (Mg, Fe)	Rhombisch	$\frac{a}{1,0308} : \frac{b}{1} : \frac{c}{0,5885}$
Bronzit			
Hypersthen	SiO <sup>3</sup> (Mg, Fe)	"	$\frac{a}{1,0295} : \frac{b}{1} : \frac{c}{0,5868}$

Anmerk. Während man unter „Enstatit“ das fast (im Meteoriten von Bishopville ganz) eisenfreie Magnesiumsilikat versteht, bezeichnet man mit dem Namen „Bronzit“ solche Varietäten, welche circa 5 bis 13 Proc. FeO an Stelle von Magnesia enthalten, mit „Hypersthen“ die eisenreichsten isomorphen Mischungen beider Silikate, in denen  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{3}{8}$  des Mg durch die äquivalente Menge Fe ersetzt ist. Bereits im Bronzit in kleinen Mengen, in etwas grösseren im Hypersthen treten zu diesen Bestandtheilen als isomorphe Beimischungen die beim Augit (siehe 2. Reihe) zu besprechenden Thonerde- und Eisenoxysilikate, manchmal auch eine kleine Menge des entsprechenden Kalksilikates, in dem Hypersthen von Bodenmais eine nicht unbeträchtliche Quantität SiO<sup>3</sup>Mn.

Die für die eisenarmen Mischungen angegebenen krystallographischen Verhältnisse beziehen sich auf den meteorischen Bronzit von Breitenbach; mit ihnen stimmen die der grossen Enstatitkrystalle von Bamle innerhalb der Fehlergrenzen überein; für den Hypersthen ist das Axenverhältniss desjenigen von Laach angegeben, von welchem das der Krystalle vom Mont d'Or kaum um einige Einheiten der letzten Decimale abweicht. Die Stellung der Krystalle ist hier eine von der sonst üblichen verschiedene, indem die Makrodiagonale nach vorn gekehrt ist, die Brachydiagonale also mit  $b$  bezeichnet und der Einheit gleich gesetzt wurde (es sind also in dieser Krystallreihe die Brachydomen  $m\bar{P}\infty$  mit  $\{AO\}$  zu bezeichnen). Es ist dies geschehen, um die nahe Beziehung der Krystallformen der monosymmetrischen Pyroxene (siehe 2. Reihe) zu denen der rhombischen auch im Axenverhältniss zum Ausdruck bringen zu können.

Bastit oder Schillerspath hat man ein wasserhaltiges Mineral genannt, welches nach seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften nur ein zersetzter Bronzit sein kann, Diaklasit dagegen ein Zwischenstadium der Bildung des Bastit; mit dem Namen Protobastit endlich hat man die ursprüngliche oder doch nur wenig veränderte Substanz bezeichnet, aus welcher jene Körper durch weitere Zersetzung hervorgehen. Das letztgenannte Mineral weicht nun vom gewöhnlichen Bronzit nur durch die Orientirung der optischen Axenebene ab, eine Differenz, welche wahrscheinlich in ähnlicher Weise, wie beim Villarsit, durch beginnende Umwandlung zu erklären ist, da die vorerwähnten Produkte unzweifelhafter Zersetzung, namentlich der sogenannte Diaklasit, genau dieselben optischen Eigenschaften besitzen, wie der Protobastit.

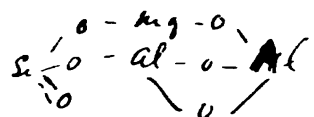
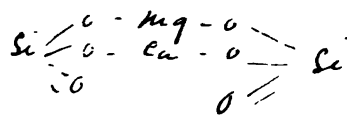
Seine geeignetste Stelle findet hier das dem normalen Metasilikat des Magnesium entsprechende Titanat des Calcium, nämlich der

Perowskit	TiO <sup>3</sup> Ca	Rhombisch	$\frac{a}{1 \text{ ca.}} : \frac{b}{1} : \frac{c}{0,707}$
-----------	---------------------	-----------	---

Anmerk. Derselbe bildet pseudoreguläre Krystalle, welche nach den Untersuchungen Des Cloizeaux's und Baumhauer's aus sehr complicirten Verwachsungen wahrscheinlich rhombischer Krystalle bestehen, deren Axenverhältniss mit denen der Pyroxene so nahe übereinstimmt, dass in Anbetracht der Analogie der Zusammensetzung und der isomorphen Vertretbarkeit der Kieselsäure durch Titansäure eine Zugehörigkeit des Perowskit zur Pyroxengruppe angenommen werden muss. Gewisse Aetzerscheinungen lassen es übrigens nicht unmöglich erscheinen, dass die Einzelkrystalle des Minerals dem monosymmetrischen Systeme zuzurechnen sind, in welchem Falle dasselbe in die nächste Beziehung zum Wollastonit (siehe folgende Reihe) treten würde.

*Probably polygenetic form of Muscovite*

Im sich variirten des flachen sich



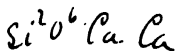
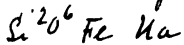
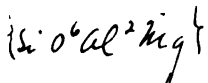
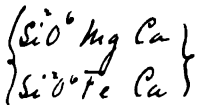
128

Silikate.

β) Monosymmetrische Reihe:

Diopsid (Sahlit, grüner Augit z. Th.)	oder $[\text{SiO}_3]_2\text{MgCa}$ $[\text{SiO}_3]_2(\text{Mg, Fe})\text{Ca}$	Monosym.	$1.0522 : 1 : 0.5917$	$90^\circ 22'$
Hedenbergit (Kalkisenaugit)	$[\text{SiO}_3]_2\text{FeCa}$	"	$1.050 : 1 : 0.587$	$90^\circ 20'$
Schefferit	$[\text{SiO}_3]_2(\text{Mg, Fe})(\text{Ca, Mn})$	"	$1.0574 : 1 : 0.5926$	$90^\circ 30'$
Jeffersonit	$[\text{SiO}_3]_2(\text{Mg, Fe, Zn})(\text{Ca, Mn})$	"	?	
Fassait (Grün. Augit z. Th.)	$\text{SiO}_3 \cdot \text{MgCa} \cdot \text{O}^2\text{Si}$	"	$1.052 : 1 : 0.592$	$90^\circ 22'$
Augit (Gem. schwarz. A.)	$\text{SiO}_3 \cdot \text{MgAl} \cdot \text{O}^2\text{Al}$	"		
Spodumen (Triphan, Hilde- nit)	$[\text{SiO}_3]_2\text{Al}(\text{Li, Na})$	"	$1.0539 : 1 : 0.7686$	$90^\circ 47'$
Akmit (Aegirin)	$[\text{SiO}_3]_2\text{FeNa}$	"	$1.0527 : 1 : 0.6012$	$90^\circ 59'_{1,2}$
Wollastonit	$\text{SiO}_3\text{Ca}$	"	$1.0532 : 1 : 0.4838$	$95^\circ 30'$
Pektolith	$[\text{SiO}_3]_2\text{Ca}^2\text{Na}^2$	"	$1.0723 : 1 : 0.4685$	$95^\circ 23'$
Rosenbuschit	$[(\text{Si, Zr, Ti})\text{O}_3]_2\text{Ca}^3\text{Na}^2$	"	$1.1687 : 1 : 0.4887$	$101^\circ 47'$
Lävenit	$[\text{SiO}_3]_2(\text{Mn, Ca, Fe})[\text{ZrO, F}]\text{Na}$	"	$1.0285 : 1 : 0.7151$	$91^\circ 16'$
Wöhlerit	$\text{Si}^{10}\text{Zr}^3\text{Nb}^2\text{O}^{42}\text{F}^3\text{Ca}^{10}\text{Na}^5$	"	$0.9968 : 1 : 0.7088$	$89^\circ 17'_{1,2}$

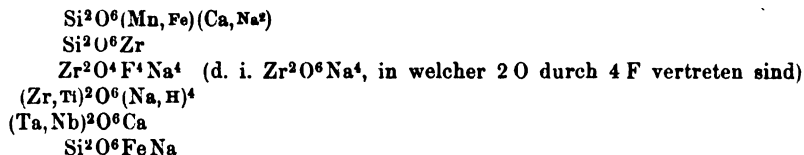
Anmerk. Die vorstehende Reihe der monosymmetrischen Pyroxene gliedert sich in zwei, wenn auch nicht scharf von einander getrennte Abtheilungen. Die erste derselben, welche bis zum gewöhnlichen Augit inclusive reicht, beginnt mit dem Diopsidsilikat, d. i. dem neutralen Salze der Metakieselsäure, welches sich von zwei Molekülen  $\text{SiO}_3\text{H}^2$  dadurch ableitet, dass 2H durch ein Mg-, die beiden anderen durch ein Ca-Atom ersetzt sind. Meist wird ein Theil des Mg durch Fe vertreten, d. h. die meisten Diopsidvarietäten bilden eine Mischungsreihe zwischen jenem eisenfreien Silikat und dem Hedenbergit, dem Endglied dieser sogenannten „Diopsidreihe“, welches ebenfalls nur selten vorkommt. Dasselbe gilt für die beiden analogen Verbindungen des Schefferit und Jeffersonit, in welchen ein Theil des Ca durch Mn vertreten wird, während letzterer auch noch Zn enthält. Mit dem Diopsid sind identisch der **Malkolith** sowie der **Baikalit**, und eine der eisenreicheren Varietäten desselben bildet der **Kokolith**. **Manganhedenbergit** ist ein Kalkisenaugit mit isomorpher Beimischung von  $\text{SiO}_3\text{Mn}$  und wenig  $\text{SiO}_3\text{Mg}$ . In geringer Menge tritt nun bereits in der Diopsidreihe, in grösserer Quantität jedoch im Fassait und gemeinen Augit, welche Mineralien sich chemisch nur durch den geringeren Eisengehalt des ersteren von einander unterscheiden, eine Thonerde enthaltende zweite Verbindung in isomorpher Mischung hinzu, durch deren Eintritt der Kieselsäuregehalt herabgedrückt wird. Tschermak zeigte zuerst, dass, wenn von der durch die Analyse gefundenen Zusammensetzung eines derartigen Augitminerals die dem Calciumgehalte entsprechende Menge Diopsidsilikat abgerechnet wird, in wechselnder Menge ein Rest zurückbleibt, dessen empirische Formel  $= 104\text{SiO}_6\text{Al}^2\text{Mg}$  (vergl. Anmerk. zu Kornerupin und Prismatin Seite 104). In der Einleitung zu den Silikaten Seite 96 ist auseinandergesetzt worden, wie man eine derartige Verbindung von dem Diopsidsilikat durch Vertretung von Kieselsäure durch Thonerde ableiten und somit die Isomorphie beider Silikate begreiflich machen könne. Dieser Ansicht entsprechend ist oben die Formel derselben angeordnet, in welcher man sich jedoch, und namentlich gilt das für den eisenreichen schwarzen Augit, einen nicht unerheblichen Theil des Al durch Fe ersetzt denken muss. In einigen natronhaltigen Augitvarietäten hat man auch die Beimischung eines analogen Silikates  $\text{SiO}_6\text{Al}^2\text{Na}^2$  resp.  $\text{SiO}_6\text{Fe}^2\text{Na}^2$  angenommen, doch dürfte der Alkaligehalt des Augits meist in Form der im nächsten Absatz zu besprechenden, für die zweite Abtheilung der monosymmetrischen Pyroxene charakteristischen Silikate vorhanden sein. Neben der Thonerde wird in einzelnen Varietäten der Augitreihe auch Chromoxyd angegeben (**Chromdiopsid**), doch kann der Gehalt hieran auch von einer Verunreinigung durch Picotit (Chromspinell) oder Chromeisenerz herrühren. Endlich enthalten viele schwarze Augite





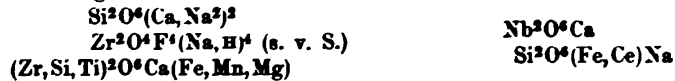
nach Knop's u. A. Untersuchungen Titan, ohne dass sich für jeden Fall mit Sicherheit angeben liesse, ob dasselbe als  $\text{TiO}_2$  die Kieselsäure oder als  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  die Thonerde vertritt. Die blätterige, in den Gesteinen verbreitete Pyroxenvarietät, welche man als **Diallag** bezeichnet, gehört theils zum eisenreicheren Diopsid, theils (die thonerdehaltigen Vorkommen) zum Fassait. Dem letzteren ist zuzurechnen ferner der **Omphacit**, welcher theils rein, theils mit grüner Hornblende (Smaragdit) gemengt, einen Bestandtheil des Eklogit bildet. Der **Violan** zeigt die Formen des Augit und die Zusammensetzung eines thonerdearmen, natronhaltigen Pyroxen, dessen Hauptbestandtheil jedoch das Diopsidsilikat mit einem untergeordneten Mangangehalte bildet. Eine ähnliche Zusammensetzung hat der **Anthochroit**, über dessen Krystallform indessen nichts bekannt ist.

Während also die Hauptbestandtheile der ersten Abtheilung der monosymmetrischen Pyroxene dargestellt werden durch die Silikate  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{MgCa}$ ,  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{FeCa}$ ,  $\text{SiO}^6\text{Al}^3\text{Mg}$ ,  $\text{SiO}^6\text{Fe}^2\text{Mg}$ , treten nun in verschiedenen Varietäten, namentlich des schwarzen Augit, Alkalisilikate in meist untergeordneter Menge hinzu, welche zwar ebenfalls, wie das Diopsidsilikat, neutrale Salze der Metakieselsäure sind, statt zweier Atome zweiwerthiger Metalle jedoch ein dreiwerthiges und ein einwerthiges enthalten, nämlich die Silikate  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{AlNa}$  und  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{FeNa}$ ; diesen schliesst sich dann noch ein weiteres Natronsilikat,  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{CaNa}^2$ , an, in welchem jedoch Na und Ca zuweilen auch in anderem Verhältniss vorhanden sind bis zum reinen Kalksilikat  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{Ca}^2 = \text{SiO}^3\text{Ca}$ . Diese eben aufgezählten Silikate sind es nun, welche die vorherrschenden Bestandtheile in der zweiten Abtheilung der monosymmetrischen Pyroxene darstellen. Das zuerst erwähnte bildet, wenn man sich Na durch Li ersetzt denkt, den Spodumen (dessen grüne Varietät, der Hiddenit, eine kleine Menge  $\text{Cr}^2\text{O}^3$  enthält), das zweite den Akmit und Aegirin, welche beide Varietäten, die erstere jedoch mehr als die zweite, noch ausserdem Eisenoxydul enthalten, wahrscheinlich in Form eines analog zusammengesetzten Silikates:  $[\text{SiO}^3]^4\text{Fe}^2\text{Fe}$ . Die Calcium-Natrium-Verbindungen beginnen mit dem reinen Kalksilikat, dem Wollastonit, an den sich am nächsten der Pektolith anschliesst, in welchem ein Drittel des Calcium durch Natrium ersetzt wird; jedoch muss bemerkt werden, dass die in der Tabelle angegebene Formel insofern von der Zusammensetzung des Minerals abweicht, als letzteres nur ungefähr halb so viel  $\text{Na}^2\text{O}$  und ausserdem eine ungefähr äquivalente Menge  $\text{H}^2\text{O}$  enthält, von welcher angenommen wird, dass sie durch Zersetzung in dem in der That niemals völlig frisch vorkommenden Mineral an die Stelle von  $\text{Na}^2\text{O}$  getreten sei (ein durch noch stärkere Wasseraufnahme veränderter Pektolith ist der **Walkerit**). Der Rosenbuschit Brögger's hat eine ganz ähnliche Zusammensetzung, wie sie für den unzersetzten Pektolith angenommen wurde, nur enthält er neben Silicium erhebliche Mengen von Zirkonium und Titan; da die Analyse gegenüber einem Metasilikat einen Ueberschuss an Säuren ergibt, so ist es wahrscheinlich, dass etwas Titan als  $\text{Ti}^2\text{O}^3$  vorhanden ist; nimmt man dies an, so resultiren unter Berücksichtigung der ausserdem gefundenen Mengen  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  und  $\text{La}^2\text{O}^3$  ungefähr 6 Procent einer isomorphen Beimischung von  $\text{Si}^2\text{O}^6(\text{Fe}, \text{Ti}, \text{La})\text{Na}$ , d. i. eines dem Akmit analogen Silikates. Im Lavenit tritt nun ein wichtiger neuer Bestandtheil hinzu, Fluor; die Zusammensetzung entspricht jedoch ziemlich nahe der des einfachen, der Pektolith-Zusammensetzung ähnlichen Metasilikates  $[\text{SiO}^3]^2\text{CaNa}^2$ , wenn man die Vertretung eines Natriumatoms durch die einwerthige Gruppe  $\text{O}=\text{ZrF}$ , das Zirkonium also zu den Basen gehörig annimmt, eine deshalb erforderliche Annahme, weil durch die Zurechnung der  $\text{ZrO}^2$  zur Kieselsäure weit mehr Säure im Verhältniss zu den Basen vorhanden wäre, als es einem Metasilikat entspricht; genau genommen (ob der sehr kleine Wassergehalt wesentlich ist, scheint zweifelhaft) giebt Cleve's Analyse die empirische Formel:  $(\text{Si}, \text{Ti})^{28}\text{Zr}^{14}\text{O}^{103}\text{F}^{12}(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Fe})^{15}\text{Na}^{20}\text{H}^4$  und ausserdem 4 bis 5 Proc.  $(\text{Ta}, \text{Nb})^2\text{O}^5$ , endlich kleine Mengen  $\text{Fe}^2\text{O}^3$ , daher Brögger eine Mischung folgender Verbindungen in dem Minerale annimmt:



Noch höher ist der Gehalt an Niob im Wöhlerit, dessen Zugehörigkeit zur Pyroxengruppe von Brögger nachgewiesen wurde, und für dieses complicirt zusammengesetzte Mineral kann zur Zeit auf Grund der neuen Analyse von Cleve nur die in der Tabelle aufgenommene empirische

Formel angegeben werden, in welcher man sich ferner kleine Mengen Ti (für Si), Fe, Mn, Mg (für Ca), H (für Na), endlich  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  und  $\text{Ce}^2\text{O}^3$  zu denken hat. Brögger betrachtet das Mineral als eine Mischung von:



und macht auf gewisse Aehnlichkeiten der Krystallform mit derjenigen der Metaniobate Columbit und Polykras aufmerksam.

Was die krystallographischen Verhältnisse betrifft, so weichen die Winkelwerthe für Diopsid, Hedenbergit, Fassait und schwarzen Augit so wenig von einander ab, dass für die drei letzteren angenähert das Axenverhältniss des ersteren adoptirt werden kann, welches natürlich mit dem Eisengehalt ebenfalls kleinen Schwankungen unterworfen ist (nach Flink nimmt mit dem Steigen des Gehaltes an  $\text{FeO}$  die Grösse der Axen  $a$  und  $c$  ab, welcher Aenderung entsprechend das approximative Axenverhältniss des Hedenbergit angegeben ist. Als Aufstellung der Krystalle der Augitminerale ist die von Tschermak adoptirt, in welcher die grosse Aehnlichkeit der Dimensionen mit denen der rhombischen Pyroxene hervortritt: Die von Naumann mit  $\pi = \frac{1}{2}P\infty$  bezeichnete Fläche ist als Basis  $\{001\} \circ P$ , die beiden fast gleich zu letzterer geneigten Formen  $t$  und  $P$  als  $\{102\} - \frac{1}{2}P\infty$  und  $\{\bar{1}02\} + \frac{1}{2}P\infty$ , dem Doma  $\{102\} \frac{1}{2}P\infty$  der rhombischen Pyroxene entsprechend, angenommen, während das Augitprisma als primäres beibehalten ist; die gewöhnlichsten Hemipyramiden  $s$ ,  $o$  und  $z$  erhalten alsdann die Zeichen  $\{\bar{1}22\} + P2$ ,  $\{\bar{5}42\} + 2P\frac{4}{3}$ ,  $\{322\} - \frac{3}{2}P\frac{3}{2}$ . Die entsprechende Stellung ist auch dem Akmit (Axenverhältniss nach Brögger) und Spodumen gegeben, ebenso dem Wollastonit, für welchen dieselbe zusammenfällt mit der von Naumann adoptirten von G. vom Rath, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Verticalaxe nur halb so gross genommen, also z. B. vom Rath's  $\frac{1}{2}P\infty \{102\}$  gleich  $P\infty \{\bar{1}01\}$  gesetzt worden ist. Die Elemente des Pektolith und Rosenbuschit sind nach Brögger angegeben, aber Axe  $c$  auch hier halb so gross genommen, entsprechend dem Wollastonit. Die Länge der Verticalaxe ist es übrigens, welche in dieser Reihe die grössten Variationen zeigt, während die Winkel der Prismenzone, die nahe Rechtwinkeligkeit der Axen  $a$  und  $c$ , der Habitus der auftretenden Combinationen, die Spaltbarkeit u. s. w. meist sehr ähnliche sind (in der ersten Beziehung weicht am meisten ab der Rosenbuschit, was wohl mit dem hohen Zirkoniumgehalt desselben im Zusammenhang steht). Da die gleichen Silikate, in wechselndem Verhältniss mit einander gemischt, in den verschiedensten Gliedern der monosymmetrischen Pyroxenreihe auftreten, so müssen diese sämmtlich als einer isomorphen Reihe angehörig betrachtet werden.

Wahrscheinlich gehören derselben Reihe noch die folgenden, mit einander sehr nahe verwandten Mineralien an:

**Johnstrupit** (Brögger), dessen Zusammensetzung  $[\text{SiO}^3]^9(\text{F}, \text{OH})^7\text{Ce}^2\text{Ca}^8\text{Na}^3$ , worin ein Theil der Kieselsäure vertreten wird durch  $\text{TiO}^2$  und kleine Mengen  $\text{ZrO}^2$ ,  $\text{ThO}^2$ ,  $\text{CeO}^2$ , ein Theil des Cer durch La, Di und wenig Y, Al, Fe, ferner Ca durch Mg und Na durch K in geringen Quantitäten. Berücksichtigt man die von Brögger hervorgehobenen nahen Beziehungen zum Rinkit, so kann für den Johnstrupit folgendes Axenverhältniss aufgestellt werden:  $a:b:c = \frac{2}{3}1,6229:1:\frac{1}{6}1,3594 = 1,0819:1:0,5438$ ,  $\beta = 93^\circ 5'$ , wodurch auch krystallographisch die Aehnlichkeit der Zusammensetzung mit Låvenit und Wöhlerit zum Ausdruck gebracht wird.

**Mosandrit** hat nach Brögger die gleiche Krystallform, enthält aber nach Bäckström's Analyse im Verhältniss zur Kieselsäure mehr Cer, von dem ein Theil als  $\text{CeO}^2$  vorhanden ist und vielleicht, wie die hier in grösserer Menge vorhandene  $\text{ZrO}^2$ , auch als Vertreter von  $\text{SiO}^2$  fungirt; dagegen ist weniger Calcium und namentlich erheblich weniger Natrium und Fluor vorhanden, während der Wassergehalt fünf- bis sechsmal so hoch gefunden wurde. Was letzteren betrifft, so war das Material der Analyse zwar von ganz frischem Aussehen, bei der leichten Zersetzbarkeit des Mosandrit ist es jedoch immerhin denkbar, dass auch in solchem bereits chemische Umwandlungen stattgefunden haben, durch welche das Cer höher oxydirt und Ca und Na unter Wasseraufnahme entfernt worden sind.

**Rinkit**  $(\text{Si}, \text{Ti})^6\text{O}^{19}\text{F}^3\text{Ce}^2\text{Ca}^4\text{Na}^3$ , monosymmetrisch,  $a:b:c = 1,0459:1:0,5844$ ,  $\beta = 91^\circ 13'$ . Dieses Mineral zeigt eine noch grössere Aehnlichkeit mit den Pyroxenen, als die beiden vorhergehenden in seiner Krystallform, indem das Prisma  $s$  (Lorenzen's  $\{320\}$ ) den Winkel des Augitprisma und die beiden Endflächen die Lage der flachen Hemidomen  $\{102\}$  und  $\{\bar{1}02\}$  am Pyroxen

besitzen, welcher Beziehung das angegebene Axenverhältniss entspricht; auch der Habitus der Krystalle und die Zwillingsbildung stimmen mit denen des Augit überein, während die Zusammensetzung ebenfalls der des Wöhlerit und Lāvenit sehr nahe steht. Nur der Niobgehalt fehlt diesem und den vorhergehenden Mineralien.

γ) Asymmetrische Reihe:

<b>Rhodonit</b> (Pajsbergit, Bus- samit)	$\text{SiO}_3\text{Mn}$ od. $\text{SiO}_3(\text{Mn}, \text{Ca})$	Asymm.	$1,0727:1:0,5210$	$76^\circ 42'$	$71^\circ 16'$	$81^\circ 39'$
<b>Fowlerit</b>	$\text{SiO}_3(\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Ca}, \text{Zn}, \text{Mg})$	"		?		
<b>Babingtonit</b>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SiO}_3(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mn}) \\ [\text{SiO}_3]_2\text{Fe}^2 \end{array} \right\}$	"	$1,1556:1:0,5811$	$74^\circ 53'$	$72^\circ 12'$	$83^\circ 22'$
<b>Jadeit</b>	$[\text{SiO}_3]_2\text{AlNa}$	"		?		
<b>Hjortdahlit</b>	$(\text{Si}, \text{Zr}, \text{Ti})^{14}\text{O}^{39}\text{Fe}^6\text{Ca}^{12}\text{Na}^4$	"	$1,0019:1:0,7088$	$90^\circ 29'$	$90^\circ 29'$	$89^\circ 54'$

Anmerk. Während der Pajsbergit und Fowlerit vorherrschend aus dem Metasilikat des Manganoxyduls bestehen, tritt diese Verbindung im Babingtonit gegen die entsprechende Kalk- und Eisenoxydulverbindung mehr zurück, und in erheblicher Menge erscheint die isomorphe Beimischung von metakieselsaurem Eisenoxyd; man kann indess die Zusammensetzung des Babingtonit auch deuten als eine Mischung des Kalksilikates mit Hedenbergit  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{FeCa}$ , dem analogen Mangansilikat  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{MnCa}$  und mit einer dem Akmit entsprechenden Calciumverbindung von der Formel  $\text{Si}^4\text{O}^{12}\text{Fe}^2\text{Ca}$ .

Von den zuerst aufgeführten drei Substanzen ist die zweite nur in unvollkommenen Krystallen aufgefunden, unzweifelhaft jedoch mit den beiden anderen isomorph. Das Axenverhältniss des Pajsbergit (nach Flink) entspricht der Stellung der Krystalle, in welcher die Flächen  $b$  und  $c$  (siehe Naumann-Zirkel) zu Hemiprismen  $\infty P, \{110\}$  und  $\infty' P, \{1\bar{1}0\}$ ,  $o$  und  $s$  zum Brachy- resp. Makropinakoid werden; die Zone dieser vier Formen besitzt denen der verticalen Zone des Augit äusserst ähnliche Winkel; ebenso entsprechen die beiden Endflächen  $k$  und  $n$  der Hemipyramide  $o$  der monosymmetrischen Pyroxene. Das mit Rücksicht auf diese Analogie berechnete Axenverhältniss zeigt, weil durch die nicht unbeträchtliche Axenschiefe namentlich die relative Länge der Verticalaxe beeinflusst wird, weniger deutlich, als die Winkel, die Annäherung der Form an die der monosymmetrischen Pyroxene; es ist daher in neuerer Zeit von Sjögren eine andere Stellung der Pajsbergitkrystalle vorgeschlagen worden, bei welcher  $o$  und  $s$  Prismen-,  $b$  und  $c$  Pinakoidflächen werden und die in obiger Stellung zur Basis genommene Fläche ( $a$ ) das Zeichen  $\frac{2}{3}P, \infty \{20\bar{3}\}$  erhält; alsdann resultirt das Axenverhältniss:

$$a:b:c = 1,0785:1:0,6031 \quad \alpha = 94^\circ 39' \quad \beta = 89^\circ 9' \quad \gamma = 92^\circ 26'$$

sehr ähnlich denen der rhombischen und monosymmetrischen Pyroxene (dieser Aehnlichkeit wegen ist auch hier, wie beim Enstatit u. s. w., die Makrodiagonale mit  $a$  bezeichnet); doch muss bemerkt werden, dass bei dieser letzteren Orientirung die Zeichen der Endflächen sehr complicirt werden. Bei dem isomorphen Babingtonit sind zur Berechnung des obigen Axenverhältnisses die Flächen  $a$  und  $t$  (Naumann) als rechtes und linkes Hemiprisma,  $m$  als Basis,  $c$  als Tetartopyramide  $\frac{2}{3}P \{332\}$  genommen.

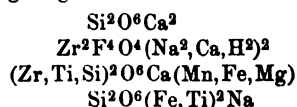
**Eisenrhodonit** unterscheidet sich vom gewöhnlichen Rhodonit durch einen ziemlich hohen Eisenoxydulgehalt. Zum Rhodonit gehört ferner als unreine, besonders mit dichtem Quarz oder Manganspath gemengte Varietät der sogenannte **Mangankiesel**.

**Hydrorhodonit** scheint ein durch Wasseraufnahme veränderter Rhodonit zu sein.

**Klipsteinit** ist ein Gemenge von Rhodonit und Wad, aus der Zersetzung des ersteren hervorgegangen.

Jadeit ist nach Damour's Analysen der reinsten krystallinischen Varietäten die dem Spodumen entsprechende Natriumverbindung  $[\text{SiO}_3]_2\text{AlNa}$  und besitzt eine Spaltbarkeit nach dem Pyroxenprisma, ist aber nach Arzruni's optischen Bestimmungen asymmetrisch und daher in dieser Reihe der einzige Repräsentant der alkalihaltigen Pyroxene. Unsicher ist die Stellung des ähnlichen, dichten, bisher nur im verarbeiteten Zustande (als Material prähistorischer Waffen u. s. w.) aufgefundenen **Chloromelanit**, welcher eine etwas abweichende Zusammensetzung  $\text{Si}^{15}\text{O}^{42}\text{Al}^6(\text{Na}^2, \text{Fe}, \text{Ca}, \text{Mg})^6$  lieferte.

Endlich haben wir in dem von Brögger entdeckten Hiortdahlit auch einen asymmetrischen Repräsentanten der in den letzten Gliedern der monosymmetrischen Reihe vorliegenden, Zirkonium und Fluor enthaltenden Pyroxene, welcher, wie die angegebene empirische Formel zeigt, genau die allen asymmetrischen Mineralien dieser Gruppe gemeinsame Zusammensetzung eines Metasilikates besitzt, wenn man 3O durch 6F ersetzt annimmt. Unter Berücksichtigung der sehr kleinen Mengen  $H_2O, FeO, MgO, MnO$  und  $Fe_2O_3$ , welche Cleve's Analyse ergab, nimmt Brögger an, dass das Mineral eine Mischung folgender Silikate sei:



Die krystallographischen Elemente sind umstehend nach Brögger angegeben, die Grösse der Verticalaxe jedoch verdoppelt, wodurch die ausserordentlich grosse Uebereinstimmung der Elemente mit denen des Wöhlerit (s. S. 128) hervortritt.

## 2. Gruppe. (Amphibol- oder Hornblendegruppe.)

### a) Rhombische Reihe:

Anthophyllit	$SiO_3(Mg, Fe)$	Rhombisch	$0,521:1:?$
Gedrit (Snarumit)	$\left\{ \begin{array}{l} [SiO]O_2 \cdot MgMg \cdot O_2[SiO] \\ [SiO]O_2 \cdot MgAl \cdot O_2[AlO] \end{array} \right\}$	"	$0,523:1:0,217$

Anmerk. Unter dem Namen Anthophyllit wird eine Reihe isomorpher Mischungen des Magnesium- und Eisenmetasilikates zusammengefasst, von denen die eisenärmste den Kupfferit bildet, mit 6 Proc. FeO, also einem eisenarmen Bronzit gleich zusammengesetzt, während die eisenreichsten, bis 18 Proc. FeO, bereits manchen Hypersthenen entsprechen. Ebenso wie Bronzit und Hypersthen ein Aluminiumsilikat beigemischt enthalten, so kommen auch gleich zusammengesetzte thonerdehaltige rhombische Amphibole vor, welche man als Gedrit (= Snarumit) bezeichnet hat. Die thonerdereichsten derselben sind die von Fiskernäs (Grönland) und von Bamle (Norwegen), in welchen ausserdem ein Theil der Mg durch  $(H, Na)^2$  vertreten wird; ferner sind dieselben ärmer an Eisen, während die übrigen solches, sowohl für Mg, als für Al in grösserer Quantität enthalten. Es muss übrigens bemerkt werden, dass mit dem Namen Anthophyllit mehrfach auch monosymmetrische Amphibole („Anthophyllit-Amphibol“ Descloizeaux) von ähnlichem Ansehen bezeichnet worden sind.

### β) Monosymmetrische Reihe:

Tremolit (Grammatit, Calamit)	$[SiO_3]^4Mg^3Ca$	} Monos.	$0,5415:1:0,2886$	$105^\circ 11\frac{1}{2}'$
Strahlstein (Aktinolith)	$[SiO_3]^4(Mg, Fe)^3Ca$			
Pargasit (Edenit, grüne Hornblende)	$\left\{ \begin{array}{l} [SiO_3]^2(Mg, Fe)^3Ca [SiO_3]^2 \\ [SiO_3]^2(Mg, Fe)^2Al^2 [AlO_3]^2 \end{array} \right\}$	"	$0,5318:1:0,2936$	$104^\circ 58'$
Hornblende (gemeine schwarze Hornblende)				
Richterit	$\left\{ \begin{array}{l} [SiO_3]^2(Mg, Fe, Mn)^3Ca [SiO_3]^2 \\ [SiO_3]^2Na^2(Al, Fe)^2[SiO_3]^2 \end{array} \right\}$	"	$0,5499:1:0,2854$	$104^\circ 14'$
Arfvedsonit	$\left\{ \begin{array}{l} [SiO_3]^2(Fe, Mg, Na^2, Ca)^4 [SiO_3]^2 \\ [SiO_3]^2(Ca, Mg, Fe)^2(Al, Fe)^2[AlO_3]^2 \end{array} \right\}$	"	$0,5496:1:0,2975$	$104^\circ 15\frac{1}{2}'$
Barkevikit				
Riebeckit	$\left\{ \begin{array}{l} [SiO_3]^4Fe^2Na^2 \\ SiO_3Fe \end{array} \right\}$	"	$0,53:1:?$	circa
Glaukophan	$\left\{ \begin{array}{l} [SiO_3]^4Al^2Na^2 \\ [SiO_3]^4(Mg, Fe)^3Ca \end{array} \right\}$	"	$0,53:1:0,29$	$105^\circ$ circa
Gastaldit				

Anmerk. Der Tremolit weicht insofern vom eisenfreien Diopsid ab, als er magnesiumreicher ist und in den besten Analysen genau das Verhältniss  $Mg:Ca = 3:1$  liefert, woraus sich die Nothwendigkeit ergibt, die Formel dieser Amphibole gegenüber derjenigen der analog zusammengesetzten Pyroxene zu verdoppeln (s. S. 90). In dem Strahlstein ist ein Theil des Magnesium durch Eisen ersetzt, doch sind weder eisenreiche Mischungen, noch ein dem Hedenbergit entsprechendes Kalkeisensilikat, welches nach Analogie die Formel  $[SiO_4]^4Fe^3Ca$  haben müsste, in dieser Reihe bekannt. Die grüne und die schwarze Hornblende entsprechen in ihrer Zusammensetzung, soweit es die hier weniger eingehenden Untersuchungen erkennen lassen, so vollkommen dem Fassait und Augit, dass man für dieselben die gleiche Art der Mischung anzunehmen hat, nur mit dem Unterschiede, dass dem einen der constituirenden Silikate die Strahlsteinformel zuzuschreiben und daher die Molekulargewichte doppelt so gross anzunehmen sind, als bei den Silikaten des Augit (vergl. 1. Gruppe S. 128). Im Richterit ist ausser dem Strahlsteinsilikat eine Natriumverbindung von der dem Spodumen entsprechenden Zusammensetzung vorhanden, deren Formel aber hier der Vergleichung halber ebenfalls verdoppelt worden ist; in dem ersteren Silikat ist indessen ein Theil des Ca durch  $K^2$  und  $Na^2$  vertreten. Der von Lorenzen analysirte und von Brögger gemessene echte Arfvedsonit enthält, wie die gewöhnliche Hornblende, weniger Kieselsäure, als es einem Metasilikat entspricht; nimmt man den gesamten Gehalt an  $Al^2O_3$  und  $Fe^2O_3$  (zusammen nur 7 bis 8 Proc.) mit der entsprechenden Menge FeO und  $SiO_2$  in der Form des zweiten Hornblendesilikates an, in welchem die gesammte Magnesia durch Eisenoxydul vertreten ist, so bleibt ein normales Metasilikat als vorherrschender Bestandtheil übrig, welches FeO,  $Na^2O$  und CaO ungefähr im Verhältniss 8:2:3 enthält, so dass hier also keine dem Spodumen ähnliche Verbindung angenommen werden kann; hierbei sind zu Ca gerechnet die sehr kleinen Mengen Mg und Mn, zum Natrium das beobachtete Kalium. Der Barkevikit Brögger's steht dem Arfvedsonit chemisch sehr nahe, enthält aber mehr von dem basischen zweiten Silikat, überhaupt mehr Sesquioxyde. Im Riebeckit dagegen ist nach Sauer's Analysen ein genau wie Akmit zusammengesetztes Silikat, dessen Formel hier verdoppelt ist, vorhanden in isomorpher Mischung, im Verhältniss 2:1 ungefähr, mit normalem metakieselsauren Eisenoxydul, wenn man die kleinen Mengen Ca als Vertreter von  $Na^2$  annimmt; dem entsprechend ist auch die Orientirung der optischen Elasticitätsachsen hier in demselben Sinne von der Hornblende abweichend, wie im Akmit und Aegirin gegenüber dem gewöhnlichen Augit. Glaukophan und Gastaldit bestehen ebenfalls aus dem Silikat  $[SiO_3]^{1/2}K^2Na^2$ , hier aber mit Al und nur wenig Fe, in isomorpher Mischung mit dem Strahlsteinsilikat; dieselben unterscheiden sich dadurch, dass letzterer weniger von dem ersten und erheblich mehr von dem zweiten Silikat enthält, ausserdem aber noch eine Beimischung von  $[SiO_3]^4Al^2Mg$ .

Im Ganzen muss bemerkt werden, dass die den Amphibolen zu Grunde liegenden Silikate weniger genau bekannt sind, als die constituirenden Verbindungen der Pyroxenreihe; unter anderem ist es nicht unwahrscheinlich, dass hier auch wasserstoffhaltige Silikate vorkommen, da einige recht frische Amphibolvarietäten beim Glühen eine gewisse Menge Wasser geben, aber auf die Formel eines Metasilikates führen, wenn man Mg für  $H^2$  einsetzt.

**Nephrit** ist eine dichte, kryptokrystallinische Varietät des Tremolit.

**Kaersutit** ist eine Hornblende, in welcher 7 Proc.  $TiO_2$  und eine geringe Menge  $SnO_2$  die entsprechende Quantität  $SiO_2$  vertreten.

**Bergamaakit** ist eine Hornblende, in welcher Mg fast ganz durch Fe, ein Theil des Ca durch Na ersetzt ist.

**Marmairolith** ist wahrscheinlich eine derbe Varietät des Richterit.

**Grunerit** ist fast reines Metasilikat des Eisenoxyduls  $SiO_3Fe$  mit geringen Mengen Al, Mg und Ca. Nach seinen optischen Eigenschaften gehört das faserige Mineral, welches die Spaltbarkeit des Amphibols besitzt, der monosymmetrischen und nicht der rhombischen Reihe an.

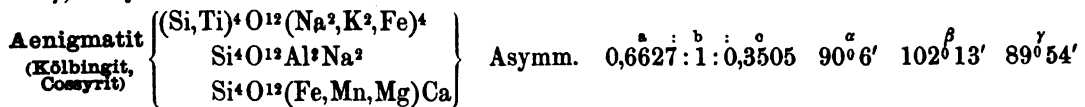
Dasselbe ist der Fall für den **Silfbergit** (Hillängsit), welcher sich vom Grunerit nur dadurch unterscheidet, dass nahe die Hälfte des Eisenoxyduls durch MnO, MgO und wenig CaO ersetzt ist.

**Krokydolith** ist eine isomorphe Mischung von  $[SiO_3]^4Fe^2Na^2$  mit  $SiO_3Fe$ , also eine faserige Varietät des Riebeckit, welche sich jedoch von der krystallisirten durch einen höheren Gehalt an dem zweiten Silikat unterscheidet, so wie dadurch, dass letzteres, gerade so wie im Strahlstein, etwas Fe durch  $H^2$  ersetzt enthält; indessen kann dieser Wassergehalt auch durch nachträgliche Zersetzung entstanden sein. Der **Asbest** (Amiant, Byssolith) ist zum Theil

wenig veränderter, fein fasriger Strahlstein, zum Theil aber auch ein wesentlich aus wasserhaltigem Magnesiasilikat bestehendes Umwandlungsproduct (s. S. 121). Einige Varietäten zeigen einen Natrongehalt und sind daher auf einen natronhaltigen Amphibol zurückzuführen. Manche fasrigen, grünen Hornblenden sind aus Augit entstanden, und bezeichnet man diesen pseudomorphen Amphibol mit dem Namen Uralit (auch Traversellit).

Die Analogie der Verhältnisse innerhalb der Amphibol- und der Pyroxenreihe lassen auch die Existenz manganreicher und asymmetrischer Amphibole erwarten; als manganhaltig haben sich nun folgende Varietäten erwiesen: Breislakit, noch nicht quantitativ untersucht, und Hermannit (Cumingtonit), welcher wesentlich aus  $\text{SiO}_3\text{Mn}$ , allerdings zum Theil zersetzt und mit mechanischen Beimengungen, besteht und Amphibolstruktur haben soll; bis jetzt ist aber von keinem dieser Körper das Krystallsystem mit Sicherheit nachgewiesen. Dagegen haben Förstner's und Brögger's Untersuchungen in neuester Zeit in dem folgenden Mineral einen unzweifelhaften, alkalihaltigen Repräsentanten dieser bis dahin noch fehlenden Abtheilung kennen gelehrt.

γ) Asymmetrische Reihe.



Anmerk. Ausser den angeführten Bestandtheilen ist noch in geringerer Menge ein basisches Eisenoxysilikat, wahrscheinlich  $\text{Si}^2 \text{O}^{12} \text{Fe}^4 \text{Fe}^2$  vorhanden. Im Cossyrit, welcher sich als vollständig identisch mit dem schon früher aufgestellten, aber nicht genau untersuchten Aenigmatit erwiesen hat, ist kein Titangehalt nachgewiesen, aber als wahrscheinlich vorhanden anzunehmen. Was die krystallographische Aehnlichkeit dieses Minerals mit der monosymmetrischen Hornblende betrifft, so ist zwar der Prismenwinkel merklich abweichend, aber das Verhältniss a : c und die drei Axenwinkel fast identisch.

Allgemeine Anmerkung zur 1. und 2. Gruppe.

Die in den drei ersten Reihen der Metasilikate vereinigten Mineralien der sogenannten Pyroxengruppe bieten eines der ausgezeichnetsten Beispiele dar für die Krystallisation derselben Substanz in drei, verschiedenen Krystallsystemen angehörigen, einander in den Winkeln aber ausserordentlich ähnlichen Formen; das Metasilikat von der allgemeinen Formel  $\text{SiO}_3\text{R}$ , in welcher  $\text{R} = \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mn}$ , finden wir als Grundverbindung bei den rhombischen, wie in der Reihe der monosymmetrischen und in der der asymmetrischen Pyroxene wieder; alle drei Arten von Krystallformen, in denen dasselbe auftritt, zeigen als herrschende und durch eine, wenn auch nicht vollkommene Spaltbarkeit ausgezeichnete Form ein Prisma von circa  $92\frac{1}{2}^\circ$ , combinirt mit den beiden zugehörigen Pinakoiden, welche bei den asymmetrischen Substanzen natürlich nur angenähert einen rechten Winkel einschliessen; in welcher Weise auch in den übrigen Flächen die Aehnlichkeit der Dimensionen zwischen den monosymmetrischen Pyroxenen einerseits und den rhombischen, wie den asymmetrischen andererseits hervortritt, wurde bereits in den Anmerkungen zur 2. und 3. Reihe erläutert.

Während das für sich in der Natur noch nicht beobachtete Eisensilikat  $\text{SiO}_3\text{Fe}$  (dasselbe soll als Schlacke in der Augitform krystallisiren) in isomorphen Mischungen aller drei Formen als Hauptbestandtheil einzutreten fähig ist (siehe Hypersthen, Hedenbergit, Fowlerit), erweist sich bei den drei entsprechenden Silikaten  $\text{SiO}_3\text{Mg}$ ,  $\text{SiO}_3\text{Ca}$  und  $\text{SiO}_3\text{Mn}$  eine der drei möglichen Formen als die weitaus leichter sich bildende, und in dieser allein krystallisiren sie im reinen Zustande und prägen dieselben auch den isomorphen Mischungen auf, in welchen sie vorwalten. Diese bevorzugte Form ist für das Magnesiusilikat die rhombische Pyroxengestalt, daher die magnesiumreichen Mischungen ebenfalls rhombisch krystallisiren; für das Calciumsilikat, dem sich die alkalihaltigen Glieder dieser Mineralgruppe anschliessen, ist es die monosymmetrische Form; für die Manganverbindung endlich die asymmetrische, da alle einigermaassen manganreichen Pyroxene in letzterer Form krystallisiren. Wie bestimmend auf die Symmetrie die letzte Verbindung einwirkt, beweist auch die Beobachtung, dass eine nur 12 Proc.  $\text{MnO}$  enthaltende Eisenschlacke in asymmetrischer Form krystallisirt und eine vollkommene Isomorphie mit dem Babingtonit zeigt. Der grössere oder geringere Grad der Formenähnlichkeit der monosymmetrischen mit den rhombischen Pyroxenen steht in der innigsten Beziehung zu deren Zusammen-

setzung, denn die magnesiumreichsten Glieder der 2. Reihe, Diopsid und eigentlicher Augit, besitzen die grösste Aehnlichkeit der Winkel mit dem Enstatit, Bronzit und Hypersthen, wie aus einer Vergleichung der Axenverhältnisse beider Reihen unmittelbar hervorgeht; die geringe Abweichung des Winkels  $\beta$  von  $90^\circ$  bei den monosymmetrischen Augiten lässt bei dieser Vergleichung zugleich erkennen, dass die Winkel entsprechender Gestalten beider Mineralgruppen, abgesehen von ihrer verschiedenen Symmetrie, sogar um weniger von einander differiren, als es im Durchschnitt bei isomorphen Körpern der Fall ist. Im Gegensatz hierzu zeigen die wesentlich magnesiumfreien Mineralien Wollastonit, Akmit, Spodumen und folgende einen geringeren Grad von Aehnlichkeit mit den rhombischen Pyroxenen.

Die monosymmetrischen Pyroxene zeigen nun sehr häufig lamellare Zwillingsbildung nach dem Orthopinakoid, und ein solcher, aus regelmässig alternirenden Zwillingslamellen aufgebauter Krystall erhält dadurch, in Folge der eben erwähnten Beziehungen, vollkommen die äussere Form eines rhombischen Pyroxen. Denken wir uns den Zwillingsbau feiner, als die Grenzen mikroskopischer Wahrnehmung, so müssen alle Eigenschaften eines rhombischen Krystalls resultiren. Wir können daher die rhombischen Pyroxene als aus alternirend orientirten Molekularschichten von der Natur der monosymmetrischen aufgebaut denken. Für diese Auffassung spricht die Beobachtung, dass im Bronzit (z. B. von Grönland nach Ussing) Partien vorkommen, welche aus zahlreichen feinen, schief auslöschenden Zwillingslamellen bestehen, dass Hypersthen von Diallag in paralleler Orientirung umsäumt wird u. s. w.

Dieselben Gesetzmässigkeiten, welche sich in der Beziehung der chemischen Zusammensetzung zu dem Krystallsystem der Pyroxene zeigen, wiederholen sich nun bei den Amphibolen, nur dass die Reihe dieser letzteren weniger vollständig bekannt und namentlich die asymmetrische Gruppe nur durch ein Mineral vertreten ist. Der dem Bronzit gleich zusammengesetzte Anthophyllit krystallisirt rhombisch und besitzt das gleiche Prisma vollkommener Spaltbarkeit von  $55\frac{1}{2}^\circ$ , welches die kalkhaltigen monosymmetrischen Glieder der Amphibolreihe charakterisirt; die als höchst wahrscheinlich anzunehmende Aehnlichkeit der Winkel auch der Endflächen, wie sie zwischen rhombischen und monosymmetrischen Pyroxenen besteht, hat hier nur angenähert nachgewiesen werden können, weil es keine rhombischen Amphibole mit gut ausgebildeten terminalen Flächen giebt (der beim Gedrit angegebene Werth der Verticalaxe, aus den Messungen Lacroix's an Durchschnitten unter dem Mikroskop berechnet, kann nur als eine vorläufige Annäherung gelten). Das Krystallsystem derselben ist wesentlich auf Grund ihrer optischen Eigenschaften (von Descloizeaux) als das rhombische erkannt worden, was zuerst auch bei der Enstatitgruppe der Fall war, von deren Mineralien ausgebildete Krystalle erst später aufgefunden wurden und die interessanten Beziehungen zu den Pyroxenen der zweiten Reihe erkennen liessen.

Was nun schliesslich das gegenseitige Verhältniss der beiden, durch Krystallform, Spaltbarkeit und optische Eigenschaften, selbst in den Fällen gleichen Krystallsystems, sich wesentlich von einander unterscheidenden Parallelreihen, welche man als Pyroxene und Amphibole bezeichnet, betrifft, so deutet die Zusammensetzung des Tremolit und Strahlsteins darauf hin, dass der letzteren Reihe ein höheres Molekulargewicht zukommt, dass dieselben also im Verhältniss der Polymerie zu einander stehen (vgl. Einleitung zu den Silikaten S. 90). Dieses schliesst natürlich eine Beziehung zwischen den Krystallformen beider Gruppen nicht aus, welche in der That vorhanden zu sein scheint. Behält man für den Augit die ältere Aufstellung bei und verdoppelt die Verticalaxe der Hornblende, so werden deren krystallographische Elemente:

	a : b : c	$\beta$
Augit . . . . .	1,0903 : 1 : 0,5893	$105^\circ 30'$
Hornblende . . . . .	0,5456 : 1 : 0,5871	$105^\circ 11\frac{1}{4}'$

Mit der Annahme der Polymerie beider Gruppen ist ferner im Einklang die Beobachtung, dass geschmolzener Amphibol (Tremolit) beim Erstarren in Pyroxenform krystallisirt, indem die grösseren Moleküle zerfallen. Da nun die einfachsten Grundverbindungen beider Abtheilungen dieselbe procentische Zusammensetzung haben, so kann folglich ein Metasilikat von der empirischen Formel  $\text{SiO}_3\text{R}$  zunächst entweder als Pyroxen mit kleinerem oder als Amphibol mit grösserem Molekulargewicht (polymerisirt) krystallisiren, ausserdem aber noch in jedem dieser beiden Fälle der Trimorphie (durch verschiedene Art des Aufbaues aus den gleichen Krystallmolekülen) unterliegen und in zwei oder drei sehr ähnlichen, aber verschiedenen Krystallsystemen angehörigen Formen ausgebildet erscheinen. In welcher Weise die einzelnen Grundverbindungen bisher in den verschiedenen Krystallformen beider Gruppen beobachtet worden sind, wird am besten aus

der folgenden Uebersichtstabelle ersichtlich werden, in welcher alle Formeln der Einfachheit wegen auf den kleinstmöglichen Ausdruck gebracht sind:

I. Pyroxengruppe:		II. Amphibolgruppe:	
$\begin{Bmatrix} \text{SiO}^3\text{Mg} \\ \text{SiO}^3\text{Fe} \end{Bmatrix}$	Enstatit (im Bronzit und Hypersthen)	$\begin{Bmatrix} \text{Kupfferit} \\ \text{im Anthophyllit} \end{Bmatrix}$	Rhombische Reihe
$\text{SiO}^3\text{Mg}$	(im Diopsid)	(im Tremolit)	} Monosym- metrische Reihe
$\text{SiO}^3\text{Fe}$	(im Hedenbergit)	(im Strahlstein)	
$\text{SiO}^3\text{Ca}$	$\begin{Bmatrix} \text{Wollastonit} \\ \text{(im Diopsid, Hedenb. u. s. w.)} \end{Bmatrix}$	—	
$\text{SiO}^3\text{Na}^2$	(im Pektolith u. s. f.)	(im Arfvedsonit)	
$\text{Si}^2\text{O}^6\text{FeNa}$	Akmit	(im Riebeckit)	
$\text{Si}^2\text{O}^6\text{AlLi}$	Spodumen	(die analoge Na-Verb. im Glaukophan)	} Asymme- trische Reihe
$\text{SiO}^6\text{Al}^2\text{Mg}$	(im Fassait, Augit u. s. f.)	(im Pargasit, in der Horn- blende u. s. w.)	
$\text{SiO}^3\text{Mn}$	Rhodonit	(im Aenigmatit)	
$\text{SiO}^3\text{Ca}$	(im Pajsbergit u. s. f.)	( „ „ )	
$\text{SiO}^3\text{Fe}$	(im Fowlerit und Babingtonit)	( „ „ )	
$[\text{SiO}^3]^3\text{Fe}^3$	(im Babingtonit)	( „ „ )	} Asymme- trische Reihe
$[\text{SiO}^3]^2\text{AlNa}$	Jadeit	( „ „ )	

### 3. Gruppe.

— Leucit

$[\text{SiO}^3]^2\text{AlK}$  dimorph

$\begin{Bmatrix} \text{Regulär} \\ \text{Tetragonal (?)} \end{Bmatrix}$

$\frac{1}{1}:0,5264$

Anmerk. Eine kleine Menge Kalium ist in allen Leuciten, in einzelnen sogar ein grosser Theil, durch Natrium vertreten. Die hiernach mit dem Leucit isomorphe Natriumverbindung ist aber empirisch gleich zusammengesetzt mit dem im Glaukophan (siehe oben) enthaltenen Natronthonerdesilikat und vollkommen analog dem Spodumen, Akmit und Arfvedsonit, und es ist daher die Frage, ob das Mineral nicht, wie der Perowskit, den Pyroxenen zuzurechnen ist, da, im Falle seine Krystallelemente sich als rhombische erweisen sollten, dieselben (circa 1:1:0,526) in der That denjenigen der Pyroxene sehr ähnlich wären. Auch die dem Leucit entsprechende Eisenverbindung  $[\text{SiO}^3]^2\text{FeK}$  (also empirisch einem Kalium-Akmit gleich zusammengesetzt) hat man künstlich dargestellt; dieselbe zeigt die gleiche pseudoreguläre Form, wie der gewöhnliche Leucit, und steht in ihren Winkeln dem Ikositetraeder sogar noch näher, ist aber mit einer stärkeren Doppelbrechung verbunden.

Dass der Leucit dimorph ist, geht aus dem in neuerer Zeit namentlich durch Klein festgestellten Verhalten beim Erhitzen hervor. In höherer Temperatur ist das Mineral einfach brechend, also regulär; bei niedriger Temperatur bestehen die so ausgezeichnet „pseudoregulären“ Krystalle aus einem höchst complicirten, lamellaren Zwillingsbau, welcher wahrscheinlich dem rhombischen Krystallsystem angehört, aber in seinen optischen Eigenschaften und krystallographischen Elementen dem tetragonalen so nahe steht, dass man ihn in erster Annäherung als „tetragonal“ bezeichnen muss.

Maskelynit nannte Tschermak ein regulär krystallisirendes Mineral, dessen Zusammensetzung sich der eines Labradorit (s. folg. Seite) ähnlich ergab. Die Resultate der mit einer geringen Substanzmenge ausgeführten Analyse weichen indessen nicht sehr erheblich ab von der Formel:  $[\text{SiO}^3]^4\text{Al}^2(\text{Ca}, \text{Na}^2, \text{K}^2)$ , so dass die Möglichkeit vorliegt, der Maskelynit sei ein mit dem Leucit nahe verwandtes Mineral.

### 4. Gruppe.

Beryll

$[\text{SiO}^3]^6\text{Al}^2\text{Be}^3$

Hexagonal

$\frac{1}{1}:0,4989$

(Smaragd)

Anmerk. Penfield wies neuerdings nach, dass stets im Beryll ein kleiner, erst beim Glühen entweichender Gehalt an  $\text{H}_2\text{O}$  vorhanden sei, und nimmt daher die Formel  $\text{Si}^{12}\text{O}^{37}\text{Al}^4\text{Be}^6\text{H}^2$  an, in welcher oft eine kleine Menge  $\text{Al}^2\text{O}^3$  vertreten ist durch  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  (in Smaragd durch  $\text{Cr}^2\text{O}^3$ ),



### 5. Gruppe.

$$[\text{SiO}_3]_3\text{Al}_2\text{Cs}_2\text{H}_2$$

## Regulär

Anmerk. Diese Formel basirt auf der neuesten Analyse Rammelsberg's; eine kleine Menge Cäsium ist durch Natrium und Kalium ersetzt. Das Salz ist als saures Metasilikat zu betrachten, da das Wasser erst beim Glühen unter Trübwerden der Substanz fortgeht.

Anhang: Hierher wäre vielleicht zu setzen der *Hyalotekit*, dessen Analyse nahezu auf die Formel  $[\text{SiO}_3]_6\text{R}^+\text{H}$  führt, in welcher  $\text{R} = \text{Pb, Ba, Ca}$  mit kleinen Mengen  $\text{Be, Mn, K}^2$  etc.; ausserdem ist  $\text{OH}$  grossentheils durch  $\text{F}$  vertreten.

### E. Polykieselsaure Salze.

### 1. Gruppe. (Feldspathgruppe.)

**a) Monosymmetrische (Orthoklas-)Reihe.**

$$\text{Si}^3\text{O}^8\text{Al}(\text{K}_{\text{a}}, \text{Na}) \text{ Monos. } 0,6585 : 1 : 0,5554$$
$$\text{Si}^3\text{O}^8\text{Al}(\text{Na}, \text{K}) \quad n \quad 0,6356 : 1 : 0,5485$$
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Si}^2\text{SiO}^8\text{AlK} \\ \text{Si}^2\text{AlO}^8\text{AlBa} \end{array} \right\} \quad n \quad 0,6584:1:0,5512$$

**β) Asymmetrische (Plagioklas-)Reihe.**

$$\text{Si}^3\text{O}^8\text{Al}(\text{K}, \text{Na}) \quad \text{Asym.} \left\{ \begin{array}{l} a : b : c \\ 0,65_{\text{ca.}} : 1 : 0,55_{\text{ca.}} \end{array} \right. \quad 90^{\alpha}_{1/3} (?) \quad 116^{\beta} \quad 90^{\gamma}_{\text{ca.}}$$
$$\text{Si}^3\text{O}^8\text{Al}(\text{Na},\text{K}) \quad \left. \begin{array}{l} 0,65 \text{ ca.} : 1 : 0,55 \text{ ca.} \\ 90^{1/3} (r) \end{array} \right\} 116^\circ \quad 90^\circ \text{ ca.}$$

$\text{Si}^3\text{O}^8\text{Al}(\text{Na},\text{K})$  „ 0,6333:1:0,5575 94°4' 116°28' 88°8'

0,6322:1:0,5525 93°41', 116°23' 90°4'

0,6355:1:0,5517 93°23' 116°28' 89°59'

0.6377:1:0.5547 93°31' 116°3' 89°54'

 $^{2}\text{AlO}^{\circ}\text{AlCa}$       0.6347:1:0.5501   93°13'   115°55'   88°48'

Anmerk. Die Feldspathgruppe bietet das wichtigste und ausgezeichnetste Beispiel derjenigen Art von Dimorphie dar, für welche mit höchster Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, dass die beiden Formen, in welchen die chemische Verbindung auftritt, aus den gleichen Krystallmolekülen aufgebaut sind und sich nur durch die Art ihrer Krystallstruktur unterscheiden. Das den „Kalifeldspath“ bildende Silikat  $\text{Si}^3\text{O}^8\text{AlK}$  erscheint im Mikroklin asym-

Hessel von Harburg  
Poggendorf. }  
Tschernak.

metrisch krystallisirend, aber stets sind die Krystalle aus zahlreichen Zwillinglamellen derart zusammengesetzt, dass die äussere Form derselben eine anscheinend vollkommen monosymmetrische wird. Innerhalb eines und desselben Krystalls finden sich solche Zwillinglamellen von der verschiedensten Dicke bis zu den feinsten, welche an der Grenze mikroskopischer Sichtbarkeit stehen, und daneben, mit fein lamellirten Partien durch Uebergänge verbundene Stellen, welche Nichts mehr von Zwillingbildung erkennen lassen und krystallographisch und optisch sich als monosymmetrisch erweisen. Die Partien der letzten Art besitzen nun diejenigen Eigenschaften, welche dem Orthoklas, d. h. dem gleich zusammengesetzten Silikat in monosymmetrischer Krystallform, zukommen. Unter den im monosymmetrischen System theoretisch möglichen Arten der Krystallstruktur ist demnach für den Orthoklas diejenige anzunehmen, welche aus alternirenden, zu einander in Zwillingstellung befindlichen Molekularschichten von asymmetrischem Charakter zusammengesetzt ist. Im Mikroklin würden wir dann den Fall vor uns haben, in welchem je eine grössere Zahl auf einander folgender Molekularschichten parallel gestellt sind und daher eine der Beobachtung zugängliche Zwillinglamelle bilden, während im Orthoklas ein regelmässiger Wechsel der Orientirung von Schicht zu Schicht eingetreten ist. Diese von Michel-Lévy zuerst aufgestellte Ansicht erklärt nicht nur das Vorkommen von Uebergängen zwischen Orthoklas und Mikroklin und das Auftreten beider Arten von Feldspath in demselben Krystall, sondern sie steht auch in vollkommenem Einklang mit sämtlichen geometrischen und physikalischen Eigenschaften des Orthoklas, in welchem die besonders in Bezug auf die Winkel geringen Abweichungen vom monosymmetrischen System, welche die Krystalle des Mikroklin zeigen, durch die Art des Aufbaues zur vollständigen Ausgleichung gelangt sind. Während die Form der Orthoklaskrystalle z. Th. recht genau bestimmt werden kann, ist dagegen die asymmetrische, jener sehr nahe stehende Krystallform des Mikroklin in ihren Dimensionen nur angenähert bekannt, weil die Messungen, an den stets stark verzwillingten und zudem noch wenig glänzenden Krystallen angestellt, naturgemäss nur ungenaue Werthe liefern können (namentlich dürfte der a. v. S. nach Descloizeaux angegebene Axenwinkel  $\alpha$ , d. h. die Neigung der Flächen P {001} und M {010}, erheblich mehr von  $90^\circ$  abweichen, da in Folge der Zwillinglamellirung die erstere Fläche stets nur eine Scheinfläche ist, welche um so genauer senkrecht zu M steht, je gleichmässiger die Lamellen beider Systeme in derselben verlaufen).

Fast ausnahmslos enthält der Orthoklas eine kleine Menge der analogen Natriumverbindung beigemischt; am reinsten erscheint er in den mit dem Namen **Adular** bezeichneten Varietäten, auf welche sich auch das angegebene Axenverhältniss bezieht. Der Natrongehalt steigt aber in den gemeinen Feldspathen der Granite u. s. w. und noch mehr in den glasigen Feldspathen oder Sanidinen, so dass unter den letzteren sich mehrere befinden, in denen die Natriumverbindung die Kaliumverbindung überwiegt, und welche auf voriger Seite unter dem Namen **Natronorthoklas** zusammengefasst sind, wobei natürlich von einer scharfen Abgrenzung nicht die Rede sein kann, da vom fast natronfreien Orthoklas bis zu solchem mit vorwiegendem Natriumsilikat eine continuirliche Reihe existirt. Das letztere für sich, der „reine Natronorthoklas“ ist bisher noch nicht aufgefunden worden. Eines der natronreichsten Glieder in dieser isomorphen Mischungsreihe ist der **Natronorthoklas** von Cala Porticello auf Pantellaria und derselbe besitzt die auf voriger Seite angeführten krystallographischen Constanten; zwischen diesen und denen des **Adular** stehen die Axenverhältnisse der natronhaltigen Sanidine, z. B. von Laach, so dass sich in dieser Reihe sehr deutlich der Einfluss der Zusammensetzung der isomorphen Mischung auf die Winkel der Krystalle geltend macht (mit steigendem Natrongehalt wird die Axe a kleiner, d. h. der Prismenwinkel stumpfer).

In manchen gemeinen Feldspathen rührt der ziemlich hohe Natrongehalt nicht von einer isomorphen Beimischung, sondern von einer mechanischen Einmischung von Albit her; die regelmässigen lamellaren Verwachsungen dieser beiden Mineralien bezeichnet man als **Perthit**, resp. wenn dieselben so fein sind, dass sie nur unter dem Mikroskop erkannt werden können, als **Mikroperthit**. Brögger hat es sehr wahrscheinlich gemacht, dass manche scheinbar homogene „**Natronorthoklase**“ nicht aus submikroskopischen Lamellen einer isomorphen Mischung des Kalium- und des Natrium-Feldspathsilikates, sondern aus einer submikroskopischen Verwachsung von Kalifeldspath und Albit bestehen, und hat diese **Kryptoperthit** benannt. Zu letzterem gehört nach demselben Autor auch der **Murchisonit**, welcher sogar vorherrschend eine isomorphe Mischung von Albit mit wenig Anorthit enthält. Je nachdem in einem Perthit der mit Albit mechanisch gemengte Kalifeldspath die Eigenschaften des Orthoklas oder des Mikroklin besitzt, kann man **Orthoklasperthit** und **Mikroklinperthit** unterscheiden.

Dieselbe Mischungsreihe, welche die monosymmetrischen Feldspäthe in Folge des Eintretens von Natrium für Kalium zeigen, kehrt in der asymmetrischen Reihe wieder. Während die Mehrzahl der eigentlichen Mikroklina ziemlich arm an Natrium sind, treten in gewissen Gesteinen Varietäten auf, welche bedeutend reicher an diesem Bestandtheil sind, daher diese „Natronmikroklina“ das vollkommene Analogon des „Natronorthoklas“ bilden. Während aber in der monosymmetrischen Reihe die reine Natriumverbindung nicht bekannt ist, erscheint dieselbe in der asymmetrischen Form des Albit als ein häufiges, oft wohl krystallisirtes Mineral. Mit diesem ist unzweifelhaft isomorph der ebenfalls in ausgezeichneten und flächenreichen Krystallen in der Natur vorkommende Anorthit, denn beide Körper besitzen nicht nur ganz übereinstimmende Krystallformen, Zwillingsbildungen und Spaltbarkeit, sondern sie vereinigen sich auch in den verschiedensten Verhältnissen zu Mischungen, den sogenannten „Kalknatronfeldspäthen“, welche ganz dieselben krystallographischen Verhältnisse darbieten und auch in ihren physikalischen Eigenschaften sich als eine wirkliche isomorphe Mischungsreihe erweisen. Trotzdem ist die chemische Zusammensetzung des Anorthit eine sehr abweichende, da derselbe die empirische Formel eines Orthosilikates besitzt. Wie man sich auf Grund der Annahme, dass in derartigen Verbindungen die Kieselsäure in gewissem Sinne durch Thonerde ersetzbar sei, von der Analogie beider Silikate eine Vorstellung verschaffen könne und sich überhaupt die Constitution der Feldspäthe im chemischen Sinne zu denken habe, ist in der Einleitung zu den Silikaten, S. 95, auseinandergesetzt.

Die Kalknatronfeldspäthe bilden nun, wie zuerst Tschermak zeigte, in der That eine fortlaufende Mischungsreihe der beiden Silikate Albit und Anorthit, indem mit dem Steigen des Calciumgehaltes in entsprechender Weise das Aluminium zunimmt und der Gehalt an Silicium sinkt; Hand in Hand hiermit ändern sich in gesetzmässiger Weise, wie namentlich Schuster für die optischen Verhältnisse nachgewiesen hat, die physikalischen Eigenschaften der Mischung, so dass man aus diesen auch ohne Analyse das Verhältniss  $Ab : An$  (Albit zu Anorthit) in einem vorliegenden Krystalle ableiten kann. Ehe man die Kalknatronfeldspäthe mit Sicherheit als isomorphe Mischungen erkannt hatte, nahm man die Existenz mehrerer Zwischenglieder von bestimmter chemischer Zusammensetzung an, nämlich Oligoklas mit dem Sauerstoffverhältniss von  $(Na^2, Ca)O : Al^2O^3 : SiO^2 = 1 : 3 : 9$ , Andesin mit dem Verhältniss  $1 : 3 : 8$  und Labradorit mit  $1 : 3 : 6$  (Albit hat  $1 : 3 : 12$ , Anorthit  $1 : 3 : 4$ ). Da nun in der That die Mehrzahl der natron- (und folglich auch kieselsäure-) reicheren Mischungen sich in der Nähe des ersten, die Mehrzahl der kalkreichen (also kieselsäurearmen) in der Nähe des letzteren Sauerstoffverhältnisses häufen, so empfiehlt es sich als praktisch, namentlich mit Rücksicht auf die in den Gesteinen vorkommenden Plagioklase, die drei, allerdings nicht scharf zu trennenden Gruppen besonders zu bezeichnen, und zwar mit dem Namen „Oligoklas“ die Mischungen mit überwiegendem Albit, als „Andesin“ die ungefähr in der Mitte stehenden Mischungen und als „Labradorit“ diejenigen mit vorherrschendem Anorthit. Auf Krystalle von besonders ausgezeichneten Varietäten einer jeden Gruppe, nämlich auf den Oligoklas vom Vesuv (gemessen von G. vom Rath), Andesin von Arcuentu, Sardinien (gemessen von Demselben), endlich auf den Labradorit von Kino (Messungen von Obermayer) und vom Aetna (Messungen von Marignac, denen das Verhältniss  $a : c$  entnommen ist) beziehen sich auch die S. 137 angegebenen krystallographischen Elemente, von welchen diejenigen anderer Mischungen selbstverständlich auch etwas abweichen. Für den Albit ist noch das ältere Axenverhältniss beibehalten, welches sich eigentlich auf nicht ganz kalkfreie Varietäten bezieht, weil der von Beimischungen freie Albit vom Kasbek, trotz der Schönheit der Krystalle, wegen seiner complicirten Zwillingsbildung noch einer schärferen Prüfung seiner Winkel bedarf (eine ausführliche Untersuchung desselben durch Schuster ist leider durch dessen Tod unvollendet geblieben).

In mehreren Kalknatronfeldspäthen ist ein Gehalt an Kalium nachgewiesen worden, so dass dieselben aufzufassen sind als isomorphe Mischungen von Gliedern der Mikroclin-Albitreihe mit Anorthit. (So enthält z. B. der Feldspath des Rhombenporphyrs Mikroclin, Albit und Anorthit in ungefähr gleichem Molekularverhältniss.) Je nach ihrem Mischungsverhältniss besitzen diese Feldspäthe natürlich abweichende krystallographische Elemente, wie namentlich durch die eingehenden Untersuchungen Förstner's nachgewiesen worden ist. Derselbe zeigte ferner, dass die kalihaltigen Plagioklase, ganz besonders leicht aber die Natronmikroklina durch Erhitzen in die monosymmetrische Lagerungsform ihrer Krystallmoleküle übergeführt werden können, während sich nach dem Abkühlen wieder der asymmetrische Zustand herstellt (vergl. Einleitung Seite 4). Bei geringerem Kaligehalt bezeichnet man solche Feldspathmischungen

schlechtweg mit dem Namen des betreffenden Plagioklas, z. B. Oligoklas, bei höherem mit dem Namen „Mikroklin-Oligoklas“ u. s. w.

Ein mit den Kalknatronfeldspäthen isomorpher **Barytplagioklas** hat die Zusammensetzung eines Oligoklas, dessen Kalkgehalt zum grössten Theile durch Baryt ersetzt ist, kann demnach als eine isomorphe Mischung von Albit mit einer dem Anorthit analogen Baryumverbindung betrachtet werden. Diese letztere bildet aber ausserdem isomorphe Mischungen mit Orthoklas in monosymmetrischer Form, nämlich den Hyalophan, welcher mit dem Orthoklas vollkommen isomorph ist und dessen Zusammensetzung einer Mischung von, etwas Na enthaltendem Orthoklas mit dem Silikat  $\text{Si}^2\text{O}^8\text{Al}^2\text{Ba}$  ungefähr im Verhältniss 2:1 entspricht. Es existiren noch mehrere isomorphe Mischungen derselben beiden Silikate, namentlich mit vorwiegendem Gehalte an ersterem, also barythaltige Orthoklasse, welche zwischen Hyalophan und gewöhnlichem Orthoklas stehen, z. B. der **Cassinit**, welcher aber, wie viele gewöhnliche Orthoklasse, mechanisch beigemengten Albit enthält. Hieraus geht für das Silikat  $\text{Si}^2\text{O}^8\text{Al}^2\text{Ba}$ , und somit auch für die analoge Calciumverbindung des Anorthit, die Möglichkeit hervor, auch monosymmetrisch zu krystallisiren; jedoch scheint eine solche Form des Kalkfeldspathes nur untergeordnet in isomorphen Mischungen zu existiren, nämlich in denjenigen Orthoklassen, namentlich Sanidinen, welche etwas Calcium enthalten und in denen dieses nicht durch mechanische Beimengungen zu erklären ist.

Zum Mikroklin gehört der grüne **Amazonenstein**, welcher ebenso perthitartige Verwachsungen mit Albit bildet, wie der Orthoklas; unter letzterem befinden sich übrigens auch grüne Varietäten, so ist z. B. der sogenannte Amazonenstein von Bodenmais Orthoklas, nicht Mikroklin. Der **Zygidit** ist eine Albitvarietät, während der **Lepolith**, **Amphodelit**, **Polyargit**, **Rosellan**, **Cyclopit**, eines der beiden mit dem Namen **Esmarkit** belegten Substanzen, ferner der **Lindsayit** und der **Tankit** nichts Anderes sind, als Anorthit, letzterer in zersetztem Zustande.

## 2. Gruppe. (Skapolithgruppe).

<b>Marialith</b>	$[\text{Si}^3\text{O}^8]^3\text{Al}^2[\text{Al Cl}]\text{Na}^4$	Tetrag. pyr. hem.	} $\frac{a}{b} : \frac{c}{d}$
<b>Missonit</b>	{ $[\text{Si}^3\text{O}^8]^3\text{Al}^2[\text{Al Cl}]\text{Na}^4$ $[\text{Si}^2\text{AlO}^8]^3\text{Al}^2[\text{Al O}]\text{Ca}^4$ }	" " "	
(Skapolith, z. Th.)		" " "	
<b>Mejonit</b>	$[\text{Si}^2\text{AlO}^8]^3\text{Al}^2[\text{Al O}]\text{Ca}^4$	" " "	1 : 0,4393

Anmerk. Wie **Tschermak** gezeigt hat, bilden die Skapolithminerale eine fortlaufende Mischungsreihe, deren Endglieder einerseits die Natriumverbindung **Marialith**, andererseits die bedeutend kieselsäureärmere Calciumverbindung **Mejonit**, und welche somit ein vollständiges Analogon zu der Mischungsreihe der asymmetrischen Feldspäthe darstellt, nicht nur in Bezug auf die Zusammensetzung, sondern auch betreffs der Zersetzbarkeit in Säuren. Seite 96 (Einl. zu den Silikaten) wurde gezeigt, dass man dieser Analogie auch durch Structurformeln Rechnung tragen könne. Dem entsprechend sind obige Formeln so angeordnet, dass diese Analogie mit der vorigen Gruppe ohne Weiteres ersichtlich wird. **Marialith** ist empirisch zusammengesetzt wie 3 Mol. Albit + Na + Cl, welche letzteren beiden Elemente jedoch in dem durch Säuren nicht zersetzbaren Mineral unmöglich als NaCl vorhanden sein können, sondern das eine mit Kieselsäure, das andere mit Aluminium verbunden sein muss. In dem isomorphen **Mejonit** tritt z. Th. Thonerde an Stelle der Kieselsäure, und es entsteht so eine Verbindung, welche nach dem Verhältniss von Si einerseits und Al und Ca andererseits als eine basische bezeichnet werden müsste, aber unzweifelhaft eine andere Constitution besitzt, daher die mit ihr empirisch gleich zusammengesetzte Verbindung  $[\text{SiO}^4]^6\text{Al}^6[\text{AlO}]\text{Ca}^4$  zu ihr in demselben Verhältniss der Isomerie stehen würde, wie **Barsowit** (s. S. 112) zu **Anorthit** (vergl. S. 95).

Es muss bemerkt werden, dass völlig kalkfreier **Marialith** bisher nicht beobachtet wurde, sondern auch in den kieselsäurereichsten Gliedern der Mischungsreihe bereits etwas **Mejonit** isomorph beigemischt erscheint. **Dipyr**, **Riponit**, **Prehnitoid** und gewisse Varietäten des **Skapolith** sind etwas kalkreichere Mischungen. Ungefähr in der Mitte der Mischungsreihe stehen **Missonit**, **Wernerit** z. Th., **Ekebergit**, **Porzellanit**, **Passauit** und die meisten Skapolithe. Ein Theil der letzteren und des **Wernerit**, ferner **Paranthin**, **Nuttalit**, **Glaukolith**, **Strogonowit**, **Paralogit** nähern sich der reinen Kalkverbindung, welche im eigentlichen **Mejonit**, im **Ersbyit** und einzelnen Skapolithvorkommen fast natriumfrei auftritt.

Zersetzungsproducte der Skapolithminerale sind: **Atheriastrit, Algerit, Couseranit, Wilsonit.**

Das auf voriger Seite für Marialith und Mizzonit gemeinschaftlich angegebene Axenverhältniss entspricht den Messungen v. Kokscharow's an den Krystallen des letzteren Minerals; die weniger genau messbaren des Marialith haben nach vom Rath ungefähr dieselben Winkel; die reine Na-Verbindung, wenn sie in scharf messbaren Krystallen vorläge, würde also wohl einen noch etwas höheren Werth für c ergeben.

Wahrscheinlich ist zur Skapolithgruppe hinzuzurechnen:

<b>Sarkolith</b>	$\text{Si}^9\text{O}^{36}\text{Al}^6\text{Ca}^8\text{Na}^2$	<b>Tetragonal</b>	$\frac{a}{b} : \frac{c}{a} : 1 : 0,4183$
------------------	---	-------------------	--

Anmerk. Betrachtet man, was wohl anzunehmen ist, das Verhältniss von Na und Ca als ein veränderliches, d. h.  $\text{Na}^2$  als Ca isomorph vertretend, so würde die reine Calciumverbindung (welcher nach Rammelsberg's Analyse, auf der obige Formel beruht, ca. 10 Proc. der Na-Verbindung beigemischt sind) der einfachen Formel  $\text{Si}^3\text{O}^{12}\text{Al}^3\text{Ca}^8$ , d. i. der eines mit Kalkthongranat isomeren Körpers, entsprechen; verdoppelt würde dieser Ausdruck aber eine sehr grosse Aehnlichkeit mit der empirischen Formel des Mejonit haben:

Natronfreier Sarkolith	$\text{Si}^6\text{O}^{24}\text{Al}^4\text{Ca}^2\text{Ca}^4$
Mejonit	$\text{Si}^6\text{O}^{24}\text{Al}^4\text{Al}[\text{AlO}]\text{Ca}^4$

Der Unterschied besteht also nur darin, dass ersterer zwei zweiwerthige Atome Ca, an Stelle eines dreiwerthigen Atoms Al und einer einwerthigen Gruppe AlO in letzterem, enthält. Damit dürfte wohl im Zusammenhange stehen die Thatsache, dass die krystallographischen Verhältnisse des Sarkolith mit denjenigen des Mejonit eine auffallende Aehnlichkeit zeigen, welche sofort auch im Axenverhältniss, wie oben angegeben, hervortritt, wenn man die stets vorhandene, an einzelnen Sarkolithkrystallen wohl auch vorherrschende Pyramide {103} Hessenberg's ( $a^3$  Des Cloizeaux's) als {101} nimmt. Ausserdem zeigt der Sarkolith nach allen bisherigen Beobachtungen auch eine unverkennbare, pyramidal-hemiëdrische Entwicklung.

### 3. Gruppe.

<b>Eudidymit</b>	$\text{Si}^3\text{O}^8\text{BeNaH}$	<b>Monosymmetrisch</b>	$\frac{a}{b} : \frac{c}{a} : 1 : 1,1071$	$93^\circ 45\frac{1}{2}'$
------------------	-------------------------------------	------------------------	--	---------------------------

Anmerk. Dieses interessante, in seinem Vorkommen den Zeolithen ähnliche Mineral, dessen Wassergehalt jedoch nicht als Krystallwasser aufgefasst werden kann, da er erst in sehr hoher Temperatur frei wird, ist wohl unzweifelhaft ein saures Salz derselben Kieselsäure, deren neutrale Salze durch die Feldspathgruppe repräsentirt werden.

Während die ersten drei Gruppen der Polysilikate wesentlich Verbindungen vom Sauerstoffverhältniss 1 : 3 umfassen und sich daher von einer Säure ableiten, welche neben dem Radical der Metadikieselsäure noch dasjenige der Säure  $\text{SiO}^3\text{H}^2$  enthält, liegt den Mineralien der folgenden Gruppen, so besonders dem Titanit und dem Petalit, deren Sauerstoffverhältniss = 1 : 4, nur die erstere, d. i.  $\text{Si}^2\text{O}^5\text{H}^2$  resp. die analoge Säure  $\text{SiTiO}^5\text{H}^2$  zu Grunde (vergl. auch Einleitung zu den Silikaten Seite 93). In der Titanitgruppe tritt aber zu dem dieser Säure entsprechenden Salze in isomorpher Mischung eine siliciumärmere Verbindung, und zwei weitere Gruppen, innerhalb deren das Sauerstoffverhältniss ebenfalls ein niedrigeres ist, als 1 : 4, zeigen in mehrfacher Hinsicht Beziehungen zu den Mineralien der Titanitgruppe, so dass dieselben der letzteren angereicht wurden.

### 4. Gruppe.

<b>Titanit</b> (Sphen)	$\text{SiTiO}^5\text{Ca}$	<b>Monosymm.</b>	$\frac{a}{b} : \frac{c}{a} : 1 : 0,6575$	$94^\circ 38'$	793
<b>Yttrotitanit</b> (Keilhaut)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SiTiO}^5\text{Ca} \\ \text{Si(Al,Y)O}^5(\text{Y,Al,Fe}) \end{array} \right\}$	"	$0,430 : 1 : 0,649$	$93^\circ 10'$	

Im Titanit ist eine untergeordnete Menge CaO vertreten durch FeO, in der mit dem Namen **Greenovit** bezeichneten Varietät durch MnO. Der hellgrüne, sogenannte Sphen entspricht, von der eben erwähnten Vertretung abgesehen, nahezu genau der Formel  $\text{SiTiO}_6\text{Ca}$ , doch sind auch Abweichungen von dem Verhältniss 1:1 der Kieselsäure zur Titansäure in einzelnen Analysen vorhanden, so dass beide Säuren einander wohl auch isomorph ersetzen. In gewissen Varietäten des braunen Titanits, Dana's **Grothit**, treten nun dreiwertige Metalle, nämlich Al, Fe und Y ein, und alsdann nimmt die Menge der Titansäure ab. Es muss also eine titanärmere Verbindung als isomorphe Beimischung vorhanden sein und diese erreicht ihren höchsten Betrag im Yttrotitanit, welcher auch erheblich weniger Ca enthält. Nimmt man für diese Verbindung die a. vor. S. angegebene empirische Formel  $\text{Si(Al)O}_6(\text{Al})$  an, worin  $(\text{Al}) = (\text{Al}, \text{Y}, \text{Fe})$ , so entspricht die mittlere Zusammensetzung des Yttrotitanits, wie sie sich aus den vorhandenen Analysen ergibt, genau einer Mischung der beiden Silikate im Verhältniss 7:3, während der **Alshedit** Blomstrand's in der Mischungsreihe dem gewöhnlichen Titanit näher steht. Das hier angenommene zweite Silikat würde sich von dem ersten dadurch ableiten, dass TiCa durch  $\text{Al}^2$  ersetzt werden und so ein mit Andalusit isomeres Silikat entsteht, eine Ersetzung, welche derjenigen in der Augit- und der Feldspathgruppe analog ist. Blomstrand erklärt das Auftreten dreiwertiger Elemente in der Mischungsreihe des Titanit dadurch, dass er für letzteren die Constitution eines Orthosilikates  $\text{SiO}_4[\text{TiO}]\text{Ca}$  annimmt und die zweiwerthige Gruppe  $[\text{TiO}]$  durch  $[\text{AlO}]$  vertreten lässt, während Ca z. Th. durch zweiwerthiges Yttrium ersetzt wird.

**Leukoxen** und **Titanomorphit**, durch Umwandlung von Titaneisen entstanden, sind identisch mit Titanit.

Der **Eukolith-Titanit** Scheerer's hat die Krystallform und chemische Zusammensetzung des gewöhnlichen braunen Titanits, enthält aber eine geringe Menge Ceroxyd.

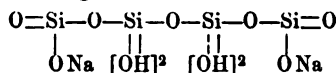
Der als amorph beschriebene **Tschewkinit** hat nach Price's neuerer Analyse die Zusammensetzung  $(\text{Si}, \text{Ti})^6 \text{O}^{15} (\text{Ce}, \text{Di}, \text{La}, \text{Fe})^2 (\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Be}, \text{Mg})^3$ . Dies würde einer Mischung der beiden oben angenommenen Silikate im Verhältniss 2:1 entsprechen, wenn vorausgesetzt wird, dass noch ein Theil des Si durch Ti vertreten ist.

Der **Guarinit** (rhombisch,  $a:b:c = 0,9892:1:0,3712$ ) hat dieselben Bestandtheile wie der Titanit, enthält auch ebenso viel Ca und Si, ist aber nur unvollständig analysirt, so dass nicht angegeben werden kann, ob er dieselbe Formel besitzt, in welchem Falle er wohl im Verhältnisse der Isomerie oder Polymerie zum Titanit stehen würde, da seine Krystallform keine Aehnlichkeit mit der des letzteren zeigt. Nach Krenner ist dieselbe sehr ähnlich derjenigen des Pseudobrookit (S. 112).

## 5. Gruppe.

**Katapleit**  $\text{Si}^3\text{ZrO}^{11}\text{Na}^2\text{H}^4$  dimorph  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Hexag. rhomb. tet.} \\ \text{Monosymmetrisch} \end{array} \right. \begin{array}{l} a : b : c \\ 1 : 1,3605 \\ 1,7329 : 1 : 1,3618 \end{array} \begin{array}{l} \beta \\ 90^\circ 12' \end{array}$

Anmerk. Wenn man Zr als Vertreter von Si ansieht, so ist diese Verbindung das saure Salz einer Tetrakieselsäure von folgender Constitution:



Es existiren zwei Varietäten dieses Minerals, der **Natronkatapleit** und der gewöhnliche **Kalknatronkatapleit**, in welchem ein Theil des Natrium durch Calcium vertreten ist, der also eine isomorphe Mischung mit  $\text{Si}^3\text{ZrO}^{11}\text{CaH}^4$  darstellt; ausserdem enthält er sehr kleine Mengen FeO und  $\text{Al}^3\text{O}^3$ .

Wie Brögger durch eingehende Untersuchung nachgewiesen hat, ist der Katapleit bei gewöhnlicher Temperatur monosymmetrisch, geht aber schon bei  $140^\circ$  in die geometrisch sehr nahe stehende hexagonale Form über, welche man bisher für das Mineral annahm.

**Eudialyt**  $(\text{Si}, \text{Zr})^{20}\text{O}^{32}\text{Cl}(\text{Ca}, \text{Fe})^6(\text{Na}, \text{K}, \text{H})^{13}$  Hex. rhomboëdr.  $\begin{array}{l} a : b : c \\ 1 : 2,1116 \end{array}$

Anmerk. Die angegebene empirische Formel entspricht den Resultaten der umfassenden neueren Untersuchung Rammelsberg's über die Zusammensetzung des Minerals, welches ausserdem stets 2 bis 3 Proc.  $\text{Ce}^2\text{O}^3$  enthält, die hier in die äquivalente Menge (Ca, Fe) umgerechnet sind. Wahrscheinlich sind Cl und OH an die drei- und zweiwerthigen Metalle gebunden und das Salz von der Dikieselsäure  $\text{Si}^2\text{O}^6\text{H}^2$  abzuleiten.

**Eukolith**, dessen Krystallform nahezu identisch mit der des Eudialyt ist (Axenverhältniss nach Brögger 1:2,0966), hat jedoch entgegengesetzten Sinn der Doppelbrechung. Nach der neuesten Analyse von Cleve hat derselbe die der a. v. S. für Eudialyt angegebenen sehr nahe stehende Zusammensetzung  $(\text{Si}, \text{Zr})^8 \text{O}^{21} (\text{Ca}, \text{Na})^5$  als Hauptbestandtheil, ausserdem  $\text{Ce}^2 \text{O}^3, \text{Nb}^2 \text{O}^5, \text{H}^2 \text{O}$  und eine sehr geringe Menge Cl. Das vorherrschende Silikat lässt sich deuten als  $[\text{Si}^2 \text{O}^5]^4 [\text{Ca}^2 \text{O}] (\text{Na}^2, \text{Ca})^3$ . Der Niobsäuregehalt dieses Minerals bedingt eine gewisse Verwandtschaft mit denen der folgenden Gruppe.

## 6. Gruppe. (Verbindungen von polykiesel(titan- u. s. w.)sauren Salzen mit Niobaten.)

**Dysanalyt**  $\text{Ti}^{10} \text{O}^{22} (\text{Ca}, \text{Fe})^5 \text{Na}^2. [\text{NbO}^3]^3 \text{Ce}$  Regulär

Anmerk. Das erste Glied dieser Formel ist jedenfalls ein basisches Salz der Dimetatitansäure  $\text{Ti}^2 \text{O}^5 \text{H}^2$ . Das Mineral steht dem ebenfalls regulär krystallisirenden Pyrochlor (S. 73) ziemlich nahe, nur dass in letzterem Niobsäure die vorwaltende Säure ist.

**Polymignyt**  $(\text{Ti}, \text{Zr}, \text{Th})^{10} \text{O}^{22} (\text{Ce}, \text{Fe})^4 \text{Ca}^4. [\text{NbO}^3]^3 \text{Ca}$  Rhombisch  $0,4681 : 1 : 0,7192$

Anmerk. Diese, aus der neuen, durch Brögger mitgetheilten Analyse Blomstrand's sich ergebende Formel lehrt, dass der Polymignyt ein basisches Salz der Dimetatitansäure, in welcher ungefähr die Hälfte des Ti durch Zr ersetzt ist, darstellt, nämlich  $[\text{Ti}^2 \text{O}^5]^5 [\text{CeO}]^4 \text{Ca}^3. [\text{NbO}^3]^3 \text{Ca}$ . Unter Ce ist oben zu verstehen die Summe von Ce, La, Di und Y, während von Ca eine geringe Menge durch Fe, Mn, K<sup>2</sup>, Na<sup>2</sup> ersetzt ist.

**Aeschynit**  $(\text{Ti}, \text{Th})^4 \text{O}^{21} \text{Ce}^2 (\text{Ca}, \text{Fe})^2. 2 [\text{NbO}^3]^4 \text{Ce}$  Rhombisch  $0,4816 : 1 : 0,6725$

Anmerk. Mit diesem aus Marignac's Analyse abgeleiteten Ausdruck stimmt auch die neuere Rammelsberg's im Wesentlichen überein. Das erste Glied der Formel ist wohl ebenfalls, wie bei dem nahe verwandten Polymignyt, ein basisches Salz der Dimetatitansäure (in welcher ein Theil des Ti durch Th ersetzt ist), nämlich:  $[\text{Ti}^2 \text{O}^5]^4 \text{Ce} [\text{CeO}] (\text{Ca}, \text{Fe})^2$ , worin  $\text{Ce} = (\text{Ce}, \text{La}, \text{Y})$ .

**Polykras**  $\text{Ti}^{12} \text{O}^{33} \text{Y}^4 [\text{UO}^2] (\text{Ca}, \text{Fe})^4. 2 [\text{NbO}^3]^3 \text{Y}$  Rhombisch  $0,3462 : 1 : 0,3124$

Anmerk. Auch hier ist der erste Theil der Formel, in welcher  $\text{Y} = (\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce})$ ,  $\text{Ti} = (\text{Ti}, \text{Th}, \text{Si})$ , wahrscheinlich ein ähnliches Salz, wie im vorigen Mineral. Der Urangehalt verbindet den Polykras mit dem Euxenit, dem er auch in der Krystallform sehr nahe steht.

**Euxenit**  $\left\{ \begin{array}{l} [\text{Ti}^2 \text{O}^5]^3 (\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce})^2. [\text{NbO}^3]^6 (\text{Y}, \text{Er}, \text{Ce})^2 \\ [\text{Ti}^2 \text{O}^5]^3 [\text{UO}] \text{Fe} . [\text{NbO}^3]^6 [\text{UO}] \text{Fe} \end{array} \right\}$  Rhombisch  $0,364 : 1 : 0,303$

Anmerk. Nach Rammelsberg's Analysen bildet der Euxenit eine isomorphe Mischungsreihe, in welcher mit Zunahme der Yttererden die Menge des Eisenoxyduls und Urans, welche letztere in ungefähr constantem Verhältniss stehen, gemeinschaftlich abnehmen. Die beiden in wechselnden Mengen darin auftretenden titanniobsauren Salze lassen sich durch die obigen Formeln darstellen und unterscheiden sich alsdann dadurch, dass die beiden dreiwertigen Elemente des ersteren in dem zweiten durch die vierwerthige Gruppe  $\text{UO}$  und das zweiwerthige Fe vertreten werden. Stets herrscht die erstere Verbindung vor, denn die an Yttrium ärmste unter den von Rammelsberg analysirten Varietäten entspricht ungefähr einer Mischung im Verhältniss 4:3. Die Abweichungen einiger der älteren Analysen, namentlich im Verhältniss von Nb zu Ti, sind wohl durch die unvollkommenen Trennungsmethoden zu erklären. Oft ist etwas Ca für Fe vorhanden.

Im Allgemeinen muss von den Mineralien dieser Gruppe bemerkt werden, dass in Folge der grossen Complication ihrer Zusammensetzung und der Schwierigkeit ihrer analytischen Untersuchung ihre Formeln noch keineswegs als sicher festgestellt angesehen werden können. Ferner ist die obige Trennung in die Formel eines Titanates und eines Niobates insofern eine willkürliche, als in diesen Substanzen jedenfalls die Radicale beider Säuren durch die mehrwerthigen Metallatome mit einander in Verbindung stehen. Mit Rücksicht auf den nicht unbedeutenden Gehalt an Niobsäure ist es von Interesse, dass die rhombischen Glieder vorstehender Gruppe unverkennbare Aehnlichkeit der Krystallform mit dem Niobit (S. 73) besitzen.

## 7. Gruppe. (Saure Salze der Metadikieselsäure.)

<b>Petalit</b> (Castor)	$[\text{Si}^2\text{O}^5]^2\text{Al}(\text{Li}, \text{Na}, \text{H})$	Monosymmetrisch	$1,1535 : 1 : 0,7441$	$112^\circ 26'$
----------------------------	--	-----------------	-----------------------	-----------------

Anmerk. Die Analysen von Sondèn führen unter Berücksichtigung des Glühverlustes als  $\text{H}^2\text{O}$  zu dem Atomverhältniss  $\text{Si} : \text{Al} : \text{R} = 4 : 1,05 : 1,00$ . Rammelsberg fand im Castor von Elba etwas weniger einwerthiger Elemente (Li, Na, K, H).

<b>Milarit</b>	$[\text{Si}^2\text{O}^5]^6\text{Al}^2\text{Ca}^2\text{KH}$	Rhombisch	$0,579 : 1 : 0,221$	
----------------	--	-----------	---------------------	--

Anmerk. Die Krystalle dieses Minerals erscheinen als pseudo-hexagonale Combinationen einer Pyramide mit einem Prisma 2. Ordnung, welche aus Durchwachungsdrillingen gebildet sind; das obige Axenverhältniss ist aus den Tschermak'schen Messungen der Pyramidenwinkel berechnet, indem dieser Form das Zeichen {131} und dem scheinbaren hexagonalen Prisma 2. Ordnung das Zeichen {010} gegeben ist; alsdann wird das pseudo-hexagonale Prisma 1. Ordnung {130} und die Zwillingssebene {110}. Beim Erhitzen werden die Krystalle theilweise optisch einaxig, wandeln sich also wahrscheinlich in eine wirklich hexagonale Form um.

## F. Krystallwasser-Verbindungen der Silikate.

(Zeolithe.)

## 1. Gruppe. (Orthokieselsaure Salze.)

<b>Thomsonit</b> (Comptonit)	$[\text{SiO}^4]^2\text{Al}^2(\text{Ca}, \text{Na}^2) \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$	Rhombisch	$0,9932 : 1 : 1,0066$	
---------------------------------	--	-----------	-----------------------	--

Anmerk. Mit dieser von Rammelsberg aufgestellten Formel stimmen sämtliche Analysen recht befriedigend bis auf den Wassergehalt, welchen dieselben meist etwas geringer angeben. Nach B. Erben entweicht mehr als die Hälfte erst bei Rothgluth.

Scoulerit und Chailith sind unreine Varietäten des Thomsonit, zu welchem jedenfalls auch zu rechnen sind: Farolith, Karphestilbit, Ozarkit, während Sloanit, Sasbachit und Glottalith sehr zweifelhafte Zeolithe sind.

<b>Hydronephelit</b>	$[\text{SiO}^4]^3\text{Al}^3\text{Na}^3\text{H} \cdot 3\text{H}^2\text{O}$	Hexagonal		
----------------------	--	-----------	--	--

Anmerk. Nach Brögger bestehen diejenigen Varietäten des sogenannten Spreusteins, welche aus Nephelin entstanden sind, wesentlich aus diesem, von Clarke und Diller entdeckten Mineral, während der echte „Spreustein“ zum Natrolith gehört (s. folg. S.)

Brevicit und Ranit (letzterer kalkhaltig) sind derartige Hydronephelit-Spreusteine.

## 2. Gruppe. (Basische metakieselsaure Salze.)

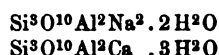
<b>Natrolith</b>	$[\text{SiO}^3]^3\text{Al} [\text{AlO}] \text{Na}^2 \cdot 2\text{H}^2\text{O}$	dimorph {	Rhombisch	$0,9786 : 1 : 0,3536$	$9^\circ$
			Monosymm.	$1,0165 : 1 : 0,3599$	$90^\circ 5'$
<b>Mesolith</b>	$\left\{ \begin{array}{l} [\text{SiO}^3]^3\text{Al} [\text{AlO}] \text{Na}^2 \cdot 2\text{H}^2\text{O} \\ [\text{SiO}^3]^3\text{Al} [\text{Al}(\text{OH})^2]\text{Ca} \cdot 2\text{H}^2\text{O} \end{array} \right\}$		"	$0,9777 : 1 : 0,3226$	$92^\circ 6'$
<b>Skolezit</b>	$[\text{SiO}^3]^3\text{Al} [\text{Al}(\text{OH})^2]\text{Ca} \cdot 2\text{H}^2\text{O}$		"	$0,9763 : 1 : 0,3433$	$90^\circ 42'$

Anmerk. Durch Brögger's neueste Untersuchung ist nachgewiesen worden, dass es sowohl rhombische, als auch monosymmetrische (letztere enthalten ein wenig Kalium) Natrolithe giebt, deren Krystallformen einander aber so nahe stehen, dass man die ersteren wohl nur als submikroskopische Lamellarverwachsungen der letzteren nach dem bei diesen gewöhnlichen Zwillingsgesetze aufzufassen hat. Die Aehnlichkeit der monosymmetrischen Natrolithform mit



der des Skolezit ist nicht so gross, als man früher annahm, da sich aus derselben Untersuchung ergeben hat, dass die Symmetrieebene bei ersterem den spitzen, bei letzterem den stumpfen Axenwinkel halbirt; aber immerhin sind die Verschiedenheiten der Winkel nicht grösser, als sie sonst bei isomorphen Körpern vorkommen, und dass man es hier mit solchen zu thun hat, beweist die Existenz der Mischungen beider Silikate in dem sogenannten Mesolith, dessen Krystallformen denen des Skolezit sehr nahe stehen. Die Abweichungen gewisser Mesolithe und Skolezite, besonders in ihren optischen Eigenschaften, von den Erfordernissen des monosymmetrischen Systems, welche zur Annahme von asymmetrischen Gliedern dieser Gruppe geführt haben, scheinen auf complicirten Zwillingsverwachsungen, resp. auf secundären Störungen der Structur der Krystalle zu beruhen.

Der krystallographischen Analogie zwischen Natrolith und Skolezit gegenüber ist nun sehr auffallend die anscheinend wesentliche Differenz in der chemischen Zusammensetzung. Die empirischen Formeln beider Mineralien, mit denen alle Analysen befriedigend übereinstimmen, sind nämlich die folgenden:



Die Erklärung dieses Verhältnisses wird geliefert durch das völlig verschiedene Verhalten beider Substanzen beim Erhitzen: während der Natrolith seinen gesammten Wassergehalt unter 300° abgiebt und in feuchter Luft wieder anzieht, verliert der Skolezit den letzten Antheil des Wassers erst beim starken Glühen, wobei das Mineral schmilzt, enthält also jedenfalls einen Theil als integrierenden Bestandtheil des Silikatmoleküls. Die Thatsache, dass der Skolezit nicht nur in seiner Krystallform mit dem Natrolith übereinstimmt, sondern beide auch isomorphe Mischungen in verschiedenem Verhältniss bilden, lässt es unzweifelhaft erscheinen, dass auch der erstere nur 2 Moleküle Krystallwasser enthält; alsdann muss die Isomorphie desselben mit dem Natrolith dadurch bedingt sein, dass an Stelle der einwerthigen Gruppe AlO die ebenfalls einwerthige Gruppe Al[OH]<sup>2</sup> getreten ist. Beide Silikate bilden nun in wechselnden Mengen isomorphe Mischungen, deren Wassergehalt folglich mit dem Kalkgehalt zunimmt. Geringe Quantitäten Calcium enthalten mehrere, unzweifelhaft rhombische Varietäten des Natrolith; etwas grössere Mengen der sogenannte **Galaktit**, von welchem wenigstens die Uebereinstimmung des Prismenwinkels mit dem Natrolith nachgewiesen ist. Für den Mesolith, dessen Varietäten Skolezit und Natrolith meist ungefähr im Verhältniss 2:1 enthalten, ist die Aehnlichkeit der Krystallform mit der des Skolezit durch Luedcke nachgewiesen worden (das a. v. S. angegebene Axenverhältniss desselben weicht insofern von dem durch L. mitgetheilten ab, als Dessen Prisma  $\propto P \frac{14}{18}$  (13.14.0) als primäres angenommen worden ist). Mit dem Namen **Harringtonit** hat man einige noch kalkreichere Mischungen von Skolezit und Natrolith bezeichnet, über welche jedoch keine krystallographische Angaben vorliegen und die andere Zeolithe in mechanischer Beimengung enthalten. Endlich findet sich auch in dem Endglied dieser Mischungsreihe, im Skolezit, meist etwas Natrium.

**Savit** ist zersetzter Natrolith.

**Eisen-Natrolith** unterscheidet sich vom gewöhnlichen Natrolith nur durch zahlreiche Einschlüsse eines eisenreichen glimmerähnlichen Minerals.

**Bergmannit (Spreustein)** ist unreiner Natrolith, meist aus Sodalith entstanden (Brögger).

**Lehunit**, von dem jedoch nur eine einzige anscheinend nicht sehr genaue Analyse vorliegt, ist vielleicht die dem Skolezit analoge Natriumverbindung:  $[\text{SiO}^3]^3\text{Al}.\text{Al}[\text{OH}]^2.\text{Na}^2.2\text{H}^2\text{O}$ .

**Edingtonit**  $[\text{SiO}^3]^3\text{Al}[\text{AlO}]\text{Ba}.3\text{H}^2\text{O}$  Tetragonal spphen. hemiödr.  $\frac{1}{1}:\frac{0}{0}:\frac{6}{747}$

Anmerk. Die Formel dieses äusserst seltenen Zeoliths ist nicht als ganz sicher festgestellt zu betrachten, da die Analyse nur angenähert mit derselben stimmt.

### 3. Gruppe. (Normale metakieselsaure Salze.)

**Analcim**  $[\text{SiO}^3]^2\text{AlNa}. \text{H}^2\text{O}$  Regulär

Anmerk. Im Hinblick auf die grosse Aehnlichkeit der Krystallform zwischen Analcim und Leucit ist es von Interesse, dass das wasserfreie Analcimsilikat genau die Zusammensetzung eines Natron-Leucit besitzt, der Analcim also gleichsam ein Hydrat des letzteren darstellt.

Uebrigens kommt auch Kalium im Analcim vor (in einer neuen Analyse wird sogar mehr K als Na angegeben).

Eine weitere Uebereinstimmung zeigt sich darin, dass auch der Analcim optisch anomal ist. Der sogenannte **Eudnophit**, welcher chemisch und auch in der äusseren, anscheinend regulären Form mit Analcim identisch ist, zeigt einen ähnlichen complicirten Zwillingsbau, wie der Leucit, und zwar haben die Lamellen nach Brögger's Untersuchung die optischen Eigenschaften asymmetrischer Krystalle.

**Laubanit**  $[\text{SiO}_3]^3\text{Al}^2\text{Ca}^2.6\text{H}_2\text{O}$  Monosymmetrisch?

#### 4. Gruppe. (Saure metakieselsaure Salze.)

**Apophyllit**  $[\text{SiO}_3]^3\text{Ca}^4\text{KH}^7.4\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  Tetragonal  $\begin{smallmatrix} a & b & c \\ 1 & 1 & 2.515 \end{smallmatrix}$

Anmerk. Von dem im Silikat des Apophyllit enthaltenen Hydroxyl ist meist eine kleine Quantität durch Fluor ersetzt.

Dem Apophyllit stehen in chemischer Hinsicht sehr nahe der **Okenit**, für welchen die Formel  $[\text{SiO}_3]^2\text{CaH}^2.2\text{H}_2\text{O}$  angegeben wird und der **Tobermorit**, ungefähr  $[\text{SiO}_3]^5\text{Ca}^4\text{H}^2.3\text{H}_2\text{O}$ . Der **Gyrolith** scheint nur ein zersetzter Apophyllit zu sein.

**Faujasit**  $[\text{SiO}_3]^{10}\text{Al}^4\text{CaNa}^2\text{H}^4.18\text{H}_2\text{O}$  Regulär

Anmerk. Da  $\text{Na}^2$  und  $\text{Ca}$  einander in den meisten Zeolithen isomorph vertreten, ist es wahrscheinlich, dass die obige Formel in  $[\text{SiO}_3]^6\text{Al}^2(\text{Na}^2,\text{Ca})\text{H}^2.9\text{H}_2\text{O}$  zusammengezogen und angenommen werden muss, dass die einzige vorhandene Analyse mit einem zufällig fast genau gleiche Moleküle der Natrium- und Calciumverbindung enthaltenden Material angestellt worden sei. Die Trennung des Wassers in einen dem Silikat angehörigen und einen ausserhalb desselben stehenden Theil beruht übrigens hier nur auf einer von Rammelsberg gemachten Annahme.

Der aus der Zersetzung des Castors hervorgehende **Hydrocastorit**, in mikroskopischen, wahrscheinlich rhombischen Nadeln krystallisirt, ist nach einer mit nicht ganz reinem Material ausgeführten Analyse:  $\text{Si}^{13}\text{O}^{36}\text{Al}^6\text{Ca}.11\text{H}_2\text{O}$ , was sich vielleicht als  $[\text{SiO}_3]^{13}\text{Al}^6\text{CaH}^6.8\text{H}_2\text{O}$  deuten lässt.

**Epistilbit**  $[\text{SiO}_3]^{11}\text{Al}^4\text{Ca}^2\text{H}^6.7\text{H}_2\text{O}$  Monosymm.  $\begin{smallmatrix} a & b & c \\ 0.4194 & 1 & 0.2881 \end{smallmatrix}$   $90^\circ 40'$

**Heulandit**  $[\text{SiO}_3]^6\text{Al}^2(\text{Ca},\text{Sr})\text{H}^4.3\text{H}_2\text{O}$  „  $0.3959 : 1 : 0.4698$   $91^\circ 25'$   
(Stilbit s. Th.)

**Brewsterit**  $[\text{SiO}_3]^6\text{Al}^2(\text{Sr},\text{Ba},\text{Ca})\text{H}^4.3\text{H}_2\text{O}$  „  $0.4046 : 1 : 0.4203$   $93^\circ 4'$

Anmerk. Für den Heulandit ist durch Rammelsberg nachgewiesen worden, dass ein Theil des Wassers erst beim Glühen entweicht; die obige daraus sich ergebende Formel ist auch durch die neueren Analysen von Jannasch bestätigt worden, während diejenigen des früher wegen seiner sehr ähnlichen Krystallform für gleich zusammengesetzt gehaltenen Epistilbit, wie Bodewig zeigte, auf einen etwas geringeren Kieselsäuregehalt führen. In diesem ist fast immer etwas  $\text{Na}^2$  für  $\text{Ca}$  vorhanden; im Heulandit findet theils dieselbe Vertretung statt, theils und zwar noch häufiger die durch Kalium (bis  $2\frac{1}{2}$  Proc.  $\text{K}^2\text{O}$ ). Der Brewsterit verliert nach Damour ebenfalls den letzten Rest seines Wassergehaltes erst bei Rothgluth, und da derselbe ganz unzweifelhaft isomorph mit dem Heulandit ist, so muss auch für ihn der entsprechende Theil des Wassers als Hydroxyl angenommen werden.

Was die Krystallformen dieser drei Zeolithe betrifft, so ist für den neuerdings erst als monosymmetrisch erkannten Epistilbit, unter Belassung von  $M$  ( $M:M = 44^\circ 50'$ ) als  $\infty P\{110\}$ , die Form  $s$  [Tenne's  $\frac{1}{2}P\{\bar{1}12\}$ ] als Klinodoma  $P \propto \{011\}$  genommen worden; alsdann tritt die nahe Beziehung zum Heulandit hervor, dessen Prismenwinkel (in der von Dana, Descloizeaux und auch hier adoptirten Stellung) fast der gleiche ist, während eine andere prismatische Form, nämlich  $+P\{\bar{1}11\}$ , einen ähnlichen Winkel besitzt, wie  $s$  des Epistilbit, aber ganz anders gegen die Verticalaxe geneigt ist, so dass eine Vereinigung beider Mineralien nicht möglich ist (auch die optischen Eigenschaften sind verschieden). Das Axenverhältniss ist den Messungen von Trechmann entnommen.

**Oryzit** und **Pseudonatrolith** sind zwei bisher nur ungenügend charakterisirte Zeolithe von einer, der des Heulandit ähnlichen Zusammensetzung; der Oryzit ist wahrscheinlich mit dem

letzteren identisch. Auch der **Beaumontit** ist nach seiner Krystallform nur eine Varietät des Heulandit, während seine optischen Eigenschaften von denen des letzteren etwas abweichen.

**Reissit** ist ein kali- und natronhaltiger Epistilbit.

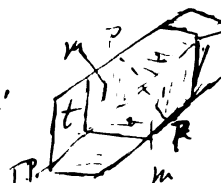
### 5. Gruppe. (Basische polykieselsaure Salze.)

**Inesit**  $\text{Si}^3\text{O}^8(\text{Mn}, \text{Ca})[\text{Mn.OH}]^2 \cdot \text{H}^2\text{O}$  Asymm.  $0,9753:1:1,3208$   $92^\circ 18'$   $132^\circ 56'$   $93^\circ 51'$   
(Rhodotilit)

Anmerk. Von diesem Mineral, dessen krystallographische Bestimmung von Scheibe herrührt, hat Bärwald nachgewiesen, dass die Hälfte des Wassers bei ca.  $100^\circ$ , die andere erst in höherer Temperatur fortgeht, und dementsprechend die obige Formel aufgestellt. Flink fand für den unzweifelhaft damit identischen Rhodotilit etwas weniger Wasser, hatte also offenbar Material vor sich, welches nicht mehr ganz unverändert war.

### 6. Gruppe. (Neutrale polykieselsaure Salze.)

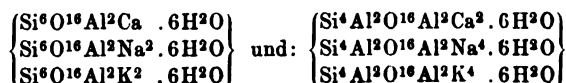
*Limudin*  
**Desmin**  $\text{Si}^6\text{O}^{16}\text{Al}^2(\text{Ca}, \text{Na}^2, \text{K}^2) \cdot 6\text{H}^2\text{O}$  Monosymm.  $0,7624:1:1,1939$   $129^\circ 11'$   
(Stilbit z. Th.) oder  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Si}^6\text{O}^{16}\text{Al}^2(\text{Ca}, \text{Na}^2, \text{K}^2) \cdot 6\text{H}^2\text{O} \\ \text{Si}^4\text{Al}^2\text{O}^{16}\text{Al}^2(\text{Ca}, \text{Na}^2, \text{K}^2)^2 \cdot 6\text{H}^2\text{O} \end{array} \right.$   
**Phillipsit**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Si}^6\text{O}^{16}\text{Al}^2(\text{Ca}, \text{Na}^2, \text{K}^2) \cdot 6\text{H}^2\text{O} \\ \text{Si}^4\text{Al}^2\text{O}^{16}\text{Al}^2(\text{Ca}, \text{Na}^2, \text{K}^2)^2 \cdot 6\text{H}^2\text{O} \end{array} \right.$  "  $0,7095:1:1,2563$   $124^\circ 23'$   
(Kalkharmotom, Christianit)  
**Harmotom**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Si}^6\text{O}^{16}\text{Al}^2(\text{Ba}, \dots) \cdot 6\text{H}^2\text{O} \\ \text{Si}^4\text{Al}^2\text{O}^{16}\text{Al}^2(\text{Ba}, \dots)^2 \cdot 6\text{H}^2\text{O} \end{array} \right.$  "  $0,7031:1:1,2310$   $124^\circ 50'$   
(Kreusstein, Morvenit)



*Kammbrücker Lsg.*

*Carlsbad Lsg.*

Anmerk. Desmin und Phillipsit bilden, wie die Untersuchung von Fresenius gelehrt hat, eine continuirliche Mischungsreihe zweier isomorpher Silikate, deren eines Endglied diejenigen Desminvarietäten darstellen, welche der ersten oben angegebenen Formel entsprechen und somit die Zusammensetzung eines mit Krystallwasser verbundenen Albit besitzen, in welchem  $\text{Na}^2$  grösstentheils durch Ca ersetzt ist, daher ihre Formel gegenüber der des Albit verdoppelt ist. Während in diesen das Verhältniss  $\text{R}:\text{Al}:\text{Si}:\text{H}^2\text{O} = 1:2:6:6$ , gehen sie durch allmähliche Uebergänge über in Varietäten mit geringerem Silicium- und Wassergehalt (zu denen auch die faserigen Varietäten **Hypostilbit** und **Pußerit** gehören) bis zu solchen, in welchen jenes Verhältniss ungefähr  $1:2:5:5$  beträgt. Es geschieht dies durch die isomorphe Beimischung eines Silikates von der Zusammensetzung des analogen Hydrates vom Anorthit, welches, wie die obige Formel zeigt, sich von dem ersten dadurch unterscheidet, dass 2 Si durch 2 Al und 1 Ca (von welchem ebenfalls ein kleiner Theil durch  $\text{Na}^2$  und  $\text{K}^2$  vertreten wird) ersetzt sind. Da in dem letzteren Silikate das Verhältniss  $\text{R}:\text{Al}:\text{Si}:\text{H}^2\text{O} = 1:2:2:3$ , so müssen mit steigenden Mengen desselben in der Mischung die Zahlen für Si und  $\text{H}^2\text{O}$  gleichzeitig abnehmen, wie es in der That der Fall ist. An die kieselsäure- und wasserärmsten Desminvarietäten, deren Zusammensetzung ungefähr einer Mischung der beiden constituirenden Silikate im Verhältniss 3:1 entspricht, schliessen sich unmittelbar die Phillipsite an, eine fortlaufende Mischungsreihe bildend, in welcher die Relation  $\text{R}:\text{Al}:\text{Si}:\text{H}^2\text{O}$  von  $1:2:5:5$  bis zu  $1:2:3:3\frac{3}{4}$ , letzteres einer Mischung der beiden Grundverbindungen im Verhältniss 1:3 entsprechend, herabgeht. Der Unterschied vom Desmin besteht ausserdem darin, dass, während in letzterem die Kalkverbindungen die weitaus vorherrschenden sind, in den Phillipsiten Ca in wechselnden Mengen, oft überwiegend, durch  $\text{Na}^2$  und  $\text{K}^2$  ersetzt ist, ohne dass der Gehalt an dem einen oder anderen Metall irgend eine Gesetzmässigkeit in Bezug auf den Kieselsäuregehalt zeigte. Die Phillipsitvarietäten müssen demnach eigentlich als isomorphe Mischungen von



betrachtet werden, von welchen Formeln die der zweiten Reihe von denen der ersten sich genau so ableiten, wie Anorthit von Albit (s. S. 137 und Einleitung zu den Silikaten S. 95).

Der Harmotom gehört einer parallelen und mit der ersten isomorphen Mischungsreihe an, in welcher  $\bar{R}$  = Baryum mit kleinen Mengen Natrium, Kalium und Calcium, daher auf voriger Seite abgekürzt mit (Ba,...) bezeichnet; und zwar entsprechen die analysirten Varietäten sämmtlich sehr nahe einer Mischung der beiden constituirenden Silikate im Verhältniss 3:1 (analog den kieselsäureärmsten Desminen und den kieselsäurereichsten Phillipsiten), so dass ihre empirische Zusammensetzung approximativ durch die Formel  $\text{Si}^5\text{O}^{14}\text{Al}^3(\text{Ba}, \text{Na}^2, \text{K}^2, \text{Ca}) \cdot 5\frac{1}{4}\text{H}^2\text{O}$  ausgedrückt werden kann.

Die Zugehörigkeit aller dieser Mineralien zu dem gleichen Krystallsystem und die Uebereinstimmung ihrer Formen und Zwillingsverwachsungen ist in neuester Zeit durch eine Reihe von Untersuchungen nachgewiesen worden. Da diese Gruppe in chemischer Hinsicht ganz ähnliche Erscheinungen darbietet, wie die entsprechenden wasserfreien Verbindungen, die Feldspäthe, so ist es von Interesse, zu bemerken, dass auch ihre Krystallformen und regelmässigen Verwachsungen mehrere auffallende Analogieen mit den letzteren erkennen lassen. In Bezug auf die optischen Eigenschaften sind sogar Abweichungen vom monosymmetrischen Krystallsystem beobachtet worden, welche es als möglich erscheinen lassen, dass hier asymmetrische, also den Plagioklassen analoge Formen vorliegen.

Der sogenannte **Zeagonit** bildet die siliciumärmsten Glieder der Phillipsitreihe und unterscheidet sich von den übrigen Phillipsiten nur dadurch, dass er durch Verwitterung einen Theil seines Wassergehaltes eingebüsst hat. Die letzten, noch kieselsäureärmeren und wesentlich aus dem Anorthit-Hydrat  $\text{Si}^2\text{O}^8\text{Al}^2\text{Ca} \cdot 3\text{H}^2\text{O}$  bestehenden Glieder der Mischungsreihe des Phillipsit werden vermuthlich von dem in krystallographischer Hinsicht (wegen seiner verwickelten Zwillingbildungen, welche übrigens mit denen des Phillipsit manche Analogie darbieten und nach Descloizeaux' optischer Untersuchung wahrscheinlich dem monosymmetrischen System angehören) noch unvollständig bekannten **Gismondin** repräsentirt; doch bedarf dieser auch in chemischer Beziehung noch weiterer Untersuchung.

**Foresit** ist ein in der Form dem Desmin nahestehender Zeolith, dessen Analyse indess auf die abweichende Formel  $\text{Si}^6\text{O}^{19}\text{Al}^4(\text{Ca}, \text{Na}^2) \cdot 6\text{H}^2\text{O}$  geführt hat.

<b>Chabasit</b> (Phakolith)	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Si}^6\text{O}^{16}\text{Al}^3(\text{Ca}) \cdot 8\text{H}^2\text{O} \\ \text{Si}^4\text{Al}^2\text{O}^{16}\text{Al}^2(\text{Ca})^2 \cdot 8\text{H}^2\text{O} \end{array} \right\}$	Hexagonal rhomboëdr.	$\bar{a} : \bar{b} : \bar{c}$ 1 : 1,0858
--------------------------------	---	----------------------	---

Anmerk. Streng hat zuerst nachgewiesen, dass eine constante Grösse in der Zusammensetzung der Chabasite nur das Verhältniss  $\bar{R} : \text{Al}$  ist, wo  $\bar{R}$  in den meisten Varietäten vorherrschend Ca, daher oben mit (Ca) bezeichnet, ausserdem  $\text{K}^2$  und  $\text{Na}^2$ ; dagegen variirt das Verhältniss  $\bar{R} : \text{Al} : \text{Si}$  von 1:2:5,2 bis 1:2:3,1, und mit wenigen Ausnahmen nimmt der Wassergehalt mit der Kieselsäure stetig ab (die Abweichungen hiervon rühren von der leichten Verwitterbarkeit der Substanz her). In der That lassen sich die Chabasite, wie es die obige Formel angiebt, auffassen als isomorphe Mischungen derselben beiden Silikate, welche die Phillipsit- und Desminreihe bilden, mit dem Unterschiede jedoch, dass dieselben hier mit 8 Molekülen Krystallwasser verbunden sind, und dass die Endglieder der Mischungsreihe,  $\text{Si}^2\text{O}^8\text{Al}^2\bar{R} \cdot 4\text{H}^2\text{O}$  und  $\text{Si}^6\text{O}^{16}\text{Al}^2\bar{R} \cdot 8\text{H}^2\text{O}$ , nicht bekannt sind. In Folge der Zusammensetzung aus diesen beiden Silikaten giebt es Chabasite, welche ungefähr den empirischen Formeln:  $\text{Si}^3\text{O}^{10}\text{Al}^2\bar{R} \cdot 5\text{H}^2\text{O}$ ,  $\text{Si}^4\text{O}^{12}\text{Al}^2\bar{R} \cdot 6\text{H}^2\text{O}$  und  $\text{Si}^5\text{O}^{14}\text{Al}^2\bar{R} \cdot 7\text{H}^2\text{O}$  entsprechen. Wie bei den Phillipsiten, steht auch hier der Gehalt an Alkalien in keinem Zusammenhange mit dem Steigen des Gehaltes an Kieselsäure und Wasser, denn alkalireichere Chabasite befinden sich unter den siliciumreichen, wie unter den siliciumarmen.

**Levyn** und **Gmelinit** sind Varietäten mit abweichendem Habitus der Krystallformen, welche sich aber auf dieselbe Grundform, wie die übrigen, zurückführen lassen, und in chemischer Hinsicht derselben Mischungsreihe angehörig; nur ist der letztere natronreicher, als die anderen Chabasite.

**Groddeckit** steht in seiner Zusammensetzung ungefähr in der Mitte zwischen den beiden letzten der weiter oben angegebenen empirischen Formeln, unterscheidet sich aber dadurch von den übrigen Gliedern dieser Reihe, dass der grössere Theil des Calcium durch Magnesium und ein beträchtlicher Theil der Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt ist.

**Haydenit** ist vom gewöhnlichen Chabasit nur durch einen geringen Ba.-Gehalt verschieden.

Vorherrschend aus den, vorstehenden Kalkverbindungen analogen Natriumsilikaten besteht der **Herschelit** von Sizilien, welcher auch in den krystallographischen Eigenschaften am meisten von den übrigen Gliedern der Chabasitreihe abweicht.

Mit der fast nie fehlenden Zwillingsverwachsung hängen jedenfalls die optischen Anomalien dieser Substanzen zusammen, welche in neuerer Zeit veranlasst haben, dieselben als einem weniger symmetrischen Krystallsysteme angehörig zu betrachten.

**Laumontit**  $[\text{Si}^2\text{O}^5]^2\text{Al}^2[\text{OH}]^4\text{Ca} \cdot 2\text{H}^2\text{O}$  Monosymmetrisch  $1,0818 : 1 : 0,5896 \quad 99^\circ 18'$   
(Caporclanit)

Anmerk. Da der Laumontit die Hälfte seines Wassergehaltes erst beim Glühen verliert, ergibt sich für denselben die Formel eines basischen Salzes der Dikieselsäure  $\text{Si}^2\text{O}^5\text{H}^2$ .

Der kieselsäurereichste Zeolith ist der **Ptilolith**, für welchen die Formel:



gefunden wurde. Diese lässt sich nicht auf irgend eine sonst bekannte Kieselsäure beziehen, und es ist deshalb die Vermuthung gerechtfertigt, dass das mit Chalcedon gemengt vorkommende Mineral im reinen Zustande weniger  $\text{SiO}^2$  enthält.

## G. Krystallwasserhaltige Verbindungen von Silikaten mit Carbonaten, Sulfaten und Uranaten.

### 1. Gruppe.

**Thaumasit**  $[\text{SiO}^3][\text{CO}^3][\text{SO}^4]\text{Ca} \cdot 14\text{H}^2\text{O}$  Krystallform?

Anmerk. Dieses, anfangs für ein mechanisches Gemenge gehaltene Mineral scheint in der That homogen zu sein und findet sein Analogon unter den wasserfreien Silikaten im Cancrinit und Nosean.

### 2. Gruppe.

**Uranophan**  $\text{Si}^2\text{U}^2\text{O}^{11}\text{Ca} \cdot 5\text{H}^2\text{O}$  Rhombisch  $0,30 : 1 : 1,00$  circa

Anmerk. Diese Verbindung ist als ein wasserhaltiges kieselsaures und uransaures Salz aufzufassen; da dasselbe einen Theil seines Wassergehaltes erst bei Rothgluth abgibt, so hat es vielleicht die Constitution:  $\text{H}[\text{Si}^2\text{O}^5] - \text{Ca} - [\text{U}^2\text{O}^7]\text{H} \cdot 4\text{H}^2\text{O}$ . Die Analysen ergeben übrigens 6 Mol.  $\text{H}^2\text{O}$ , von denen aber eines bereits über Schwefelsäure fortgeht, daher wohl als hygroskopisch zu betrachten ist.

**Uranotil** ist chemisch identisch mit Uranophan und nach Zepharovich ebenfalls rhombisch, zeigt aber, wie die Lage der Spaltungsebene in Bezug auf die Längsrichtung der feinen Nadeln beweist, eine andere Ausbildung, wahrscheinlich durch Vorherrschen eines Makrodoma (bezogen auf die von Websky gewählte Stellung des Uranophan). Die von Schrauf gemessenen Krystalle zeigten eine monosymmetrische Ausbildung, aber Schwingungsrichtungen, welche für das rhombische System sprechen.

**Gummit**  $\text{SiU}^2\text{O}^{12}(\text{Pb}, \text{Ca}, \text{Ba}) \cdot 5\text{H}^2\text{O}$  Krystallform?

Anmerk. Für den Wassergehalt dieses Minerals gilt das Gleiche, wie für den Uranophan. Aus der Formel desselben, welche erst durch die Untersuchung H. v. Foullon's festgestellt worden ist, lässt sich eine einfache Constitution nicht herleiten, doch hat das Salz jedenfalls einen ähnlichen chemischen Charakter, wie der Uranophan.

**Gummiere** (rothes Pechuran), **Illiasit**, **Pittinit** und **Coracit** sind nach dem Genannten mehr oder weniger unreine Varietäten des Gummit.

Amorphous Al silicates contained in many clays probably the cause of their plasticity! Probably colloidal equivalents of other nominal minerals

150

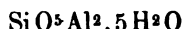
Silikate.

## H. Amorphe wasserhaltige Silikate.

Von den folgenden Gruppen enthält die erste basische kiesel-saure Salze, die zweite wesentlich Ortho- und Metasilikate zweiwerthiger, die dritte solche dreiwerthiger Metalle. (Ueber die Constitution dieser Körper, deren Wassergehalt zum Theil ein variabler ist, siehe Einleitung zu den Silikaten S. 102.)

### 1. Gruppe.

#### Allophan



#### Amorph

Anmerk. Da fast die Hälfte des Wassers erst in ziemlich hoher Temperatur fortgeht, ist die Formel vielleicht  $\text{SiO}^3\text{Al}^2[\text{OH}]^4.3\text{H}^2\text{O}$ . Manche Allophane sind etwas kiesel-säurereicher und einige enthalten ein Kupfersilikat; beiderlei Varietäten sind wohl als mechanische Gemenge zu betrachten.

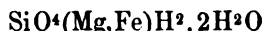
Aehnliche Mineralien sind: **Kollyrit**, von dem einige Analysen zu der Orthosilikat-Formel  $\text{SiO}^4[\text{AlO}]^4.9\text{H}^2\text{O}$  führen, **Samoit** und **Carolathin**, letzterer mit viel Bitumen imprägnirt.

**Avasit** (amorph?) hat die Zusammensetzung  $\text{Si}^2\text{O}^{28}\text{Fe}^{10}\text{H}^{18}$ , vielleicht ein Gemenge von Opal mit Eisenhydroxyd.

**Stübelit** ist ein amorphes wasserhaltiges Silikat von Mn, Cu, Al, Fe.

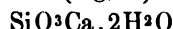
### 2. Gruppe.

#### Webskyit



#### Amorph

#### Plombierit



"

#### Penwithit



"

Anmerk. Die Zusammensetzung des in Bezug auf seine Homogenität noch zweifelhaften, aber sicher amorphen Minerals **Röttisit** kann ungefähr durch die Formel,  $[\text{SiO}^3]^3\text{Ni}^2\text{H}^2.1\frac{1}{2}\text{H}^2\text{O}$  ausgedrückt werden.

Der **Pimelith** von Schlesien ist nach Fischer amorph und ziemlich homogen; analysirt sind aber unter diesem Namen zwei chemisch ganz verschiedene Substanzen, von denen eine ungefähr nach der Formel  $\text{Si}^3\text{O}^{11}(\text{Al,Fe})^2(\text{Mg,Mn})^2.6\text{H}^2\text{O}$  (vielleicht =  $[\text{SiO}^3]^3[\text{AlO}]^2\text{Mg}^2.6\text{H}^2\text{O}$ ) zusammengesetzt ist, während die andere wesentlich aus einem thonerdefreien und weit silicium-reicheren Nickelsilikat besteht, welches sich vom Röttisit durch einen kleineren Wasser- und grösseren Kiesel-säuregehalt unterscheidet (vergl. auch S. 122).

**Neotokit**, **Wittingit** und **Stratopeit**, amorphe Zersetzungsproducte des Rhodonit, sind wesentlich wasserhaltige Mangansilikate, für welche bestimmte Formeln nicht angegeben werden können.

### 3. Gruppe.

#### Halloysit



#### Amorph

Anmerk. Wie Le Chatelier nachgewiesen hat, besitzt diese Substanz nach mässigem Erhitzen die Zusammensetzung  $\text{Si}^2\text{O}^9\text{Al}^2\text{H}^4$ , d. i. diejenige des Kaolin (Seite 122), von welchem dieselbe jedoch ausser ihrer amorphen Beschaffenheit und dem wechselnden Gehalt lose gebundenen Wassers verschieden ist durch ihr Verhalten bei höherer Temperatur und gegenüber Säuren nach der vollständigen Entwässerung.

Hierher gehören: **Lenzinit**, **Severit**, **Galapectit**, der stets verunreinigte **Seifenstein** von Plombières, endlich zahlreiche plastische **Thone**, von denen nach Le Chatelier's Untersuchung eine Anzahl ziemlich homogen sind und obiger Zusammensetzung entsprechen, während die gewöhnlichen sedimentären Thone im Allgemeinen Gemenge sind (s. Seite 123). Der dem Halloysit ähnliche **Glagerit** hat die Formel  $[\text{SiO}^4]^3\text{Al}^4.6\text{H}^2\text{O}$ .

**Bol**  $\text{Si}^9\text{O}^{30}(\text{Al}, \text{Fe})^3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  **Amorph**

Anmerk. Manche Bolvarietäten haben einen höheren Kieselsäuregehalt und bilden normale metakieselsaure Salze der Thonerde und des Eisenoxys, wie die folgenden Mineralien:

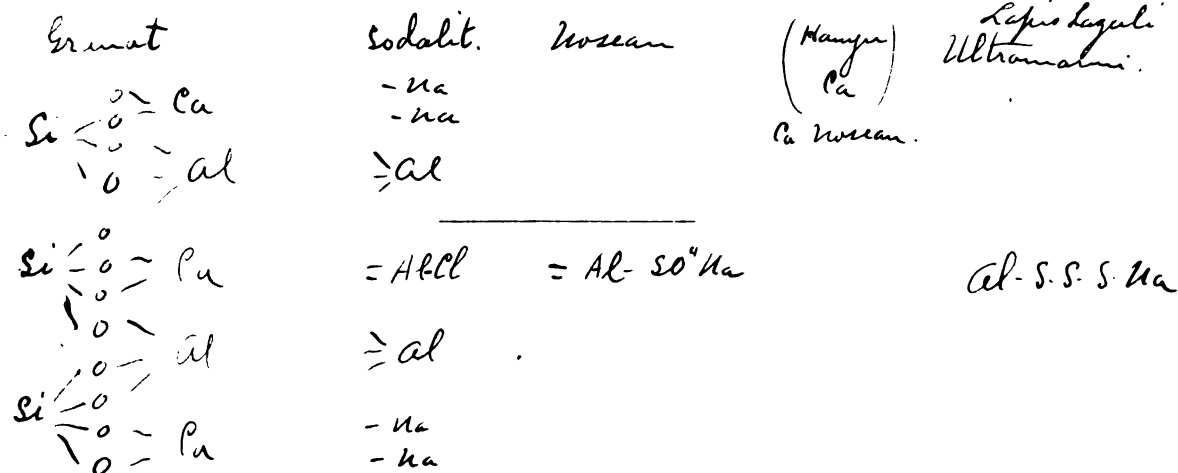
<b>Razumovskyn</b>	$[\text{SiO}_3]^3\text{Al}^2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	<b>Amorph</b>
<b>Chloropal</b> (Gramenit, Pinguit)	$[\text{SiO}_3]^3(\text{Fe}, \text{Al})^2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	"
<b>Nontronit</b>	$[\text{SiO}_3]^3\text{Fe}^2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	"
<b>Polyhydrit</b>	$[\text{SiO}_3]^4(\text{Fe}, \text{Al})^2(\text{Ca}, \text{Mn}, \text{Mg}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	"

Anmerk. Die Formeln des ersten und des letztgenannten Minerals beziehen sich auf die bei 100° getrocknete Substanz, welche dabei vielleicht schon einen Theil ihres eigenthümlichen Wassergehaltes verloren hat. Die Nontronitformel gilt für die meisten Vorkommen; einige weichen indess von derselben ab. Knop betrachtet den Nontronit als ein Gemenge von Opal mit Eisenhydroxyden, entstanden aus einem wasserhaltigen Magnesia-Eisenoxysil-Silikat, dem **Protomontronit**, und rechnet zu dem ersteren auch **Siderokleptit** und **Chusit** Saussure's. Unter den mit den Namen Chloropal, Gramenit, Pinguit, auch Nontronit bezeichneten Mineralien befinden sich auch solche von der Zusammensetzung:  $[\text{SiO}_3]^7(\text{Fe}, \text{Al})^4(\text{Ca}, \text{Mg}) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Diesen nähert sich der sogenannte **Aerinit**, nach Lasaulx:  $\text{Si}^{18}\text{O}^{60}(\text{Al}, \text{Fe})^{10}(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg})^9 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  (vielleicht =  $[\text{SiO}_3]^{18}[\text{AlO}_4](\text{Al}, \text{Fe})^6[\text{OH}]^4\text{Ca}^9 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ ). Der **Malthazit** hat eine dem Razumovskyn ähnliche Zusammensetzung; der **Plinthit** unterscheidet sich von gewissen Chloropalen nur durch einen geringeren Kieselsäuregehalt.

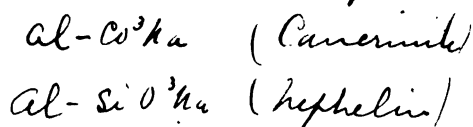
**Montmorillonit**  $\text{Si}^4\text{O}^{12}\text{Al}^2\text{H}^2 + x\text{H}_2\text{O}$  **Amorph**

Anmerk. Hierher gehören der **Steargilit**, **Smectit**, **Cimolith**, **Confolensit**, **Delanovit**, **Erint**, wahrscheinlich auch die ähnlichen Mineralien **Pelikanit**, **Anauxit** und **Gämbelit**. Die Mehrzahl dieser Substanzen sind jedoch durch andere Körper stark verunreinigte Gemenge. Die obige Formel wurde an den reineren Varietäten durch Le Chatelier festgestellt; sie entspricht einem Hydrat des Pyrophyllit (s. S. 123) mit unbestimmtem Wassergehalt.

129 124 125



Nephelin group probably similarly formed but somewhat more complicated here occur the groups in place of above.



## X. Classe.

### Organische Verbindungen.

#### A. Salze organischer Säuren.

##### 1. Gruppe. (Oxalsaure Salze.)

Whewellit  $C^2O^4Ca.H^2O$  Monosymm.  $0,8697 : 1 : 1,3781$   $107^{\circ} 19'$

Anmerk. Ein vielleicht damit identisches Kalksalz der Oxalsäure ist unter dem Namen Thierschit beschrieben worden.

Oxalit  $C^2O^4Fe.1\frac{1}{2}H^2O$  Krystallform?  
(Humboldtin)

##### 2. Gruppe. (Mellitsaure Salze.)

Honigstein  $C^{12}O^{12}Al^3.18H^2O$  Tetragonal  $1 : 0,7454$   
(Mellit)

Anhang. Der Dopplerit ist als das Calciumsalz einer oder mehrerer Huminsäuren zu betrachten.

Pigotit ist ein huminsaures Aluminiumsalz.

#### B. Kohlenwasserstoffe.

##### 1. Gruppe.

Fichtelit  $C^3H^8$  Monosymmetrisch  $1,415 : 1 : 1,734$   $127^{\circ}$  circa

Hartit  $C^{12}H^{20}$  Monosymmetrisch?

Anmerk. Die vorstehenden Substanzen und die unten verzeichneten Hatchettin und Aragoit sind die einzigen in krystallisirtem Zustande beobachteten natürlichen Kohlenwasserstoffe, deren nähere Constitution jedoch meist noch unbekannt ist.

Die folgenden, fast ausnahmslos amorphen Substanzen dürften zum Theile paraffinartige Körper, d. h. Gemenge hochsiedender Kohlenwasserstoffe der Methanreihe sein: Ozokerit (Erdwachs), Elaterit, Dinit, Urpethit, Hatchettin (rhombisch?), Scheererit, Könleinit, Christmatit, Zintrisikit, Pyropissit, Phylloretin, Aragoit (rhombisch), Posepnyit, Jonit, Uintahit u. a. ✓



## C. Harze.

Die natürlichen Harze sind sauerstoffhaltige Verbindungen, meist Gemenge schwacher Säuren oder Säureanhydride.

> **Succinit (Bernstein)**  $C^{40}H^{64}O^4$  besteht aus einer amorphen unlöslichen Substanz, neben dieser aus Bernsteinsäure, zwei löslichen Harzen und aus flüchtigem Oel.

**Copal**  $C^{40}H^{64}O$

**Butyrit**  $C^{32}H^{64}O^4$

**Rosthornit**  $C^{24}H^{40}O$

**Geocerit**  $C^{28}H^{56}O^2$

**Geomyricit**  $C^{34}H^{68}O^2$

**Retinit**  $C^{12}H^{18}O$

**Krantzit**  $C^{10}H^{16}O$

Wahrscheinlich gehören noch hierher: **Asphalt (Erdpech)**, **Bituminit (Bogheadkohle)**, **Ambricit**, **Bathwillit**, **Albertit**, **Grahamit**, **Walait**, **Piausit**, **Ixolyt**, **Jaulingit**, **Siegburgit**, **Walchowit**, **Tasmanit**, **Trinkerit**, **Pyroretinit**, **Bielsit**, **Bombiccit**, **Idrialin** (wahrscheinlich monosymmetrisch; das aus dem Idrialit oder Quecksilberlebererz gewonnene reine Harz hat nach Goldschmidt die Formel  $C^{80}H^{66}O^2$ ), **Xyloretinit (Hartin)**, **Leukopetrit**, **Euosmit**, **Sklerotin**, **Anthrakoxen**, **Dysodil**, **Hircit**, **Schlanit**, **Bernardinit**, **Hofmannit**, **Ambrosin**, **Baikerinit**, **Berengelith**, **Brücknerellith**, **Duxit**, **Gedanit**, **Guayaquilith**, **Melanchym**, **Middletonit**, **Köflachit**, **Neudorfit**, **Reussinit**, **Rochlederit**, **Schraufit**, **Setlingit**, **Stanekit**, **Succinellit**, **Tecoretin**, **Uranellain**, **Wheelerit**.

Da es sich wahrscheinlich bei allen aufgezählten Substanzen um Gemenge handelt, haben die angegebenen Formeln natürlich nur den Werth einer ungefähren Angabe der empirischen Zusammensetzung.

## Anhang: Kohlen.

Die mit den Namen: **Braunkohle (Lignit)**, **Steinkohle** und **Anthracit** bezeichneten Substanzen stellen verschiedene Stadien der Umwandlung fossiler Pflanzenstoffe dar, welche neben Kohlenstoff hauptsächlich Sauerstoff und Wasserstoff enthalten, und zwar der Anthracit, das Product der am weitesten vorgeschrittenen Umwandlung, in der geringsten Menge; der letztere nähert sich in seinen Eigenschaften dem Graphit und besteht wohl wesentlich aus einer amorphen Modification desselben.

## A N H A N G.

---

Für die folgenden Mineralien kann eine bestimmte Stelle in der systematischen Anordnung nicht angegeben werden; dieselben sind entweder unvollständig untersucht oder sicher als mechanische Gemenge erkannt worden.

**Abriachanit** ist ein erdiges Silikat von  $\text{Fe}^2\text{O}^3, \text{FeO}, \text{MgO}$ , Alkalien u. s. f., jedenfalls ein Gemenge.

**Achrematit** scheint ein Gemenge von Mimetesit mit molybdänsaurem Blei zu sein.

**Achtaragdit**, reguläre tetraëdrische Pseudomorphosen, bestehend aus einem Gemenge von Grossular, einer faserigen mit einer steatitartigen Substanz und Quarzkörnchen.

**Aedelforsit** sind zwei Substanzen genannt worden, von denen eine unreiner Wollastonit, die andere ein dem Laumontit ähnliches wasserhaltiges Silikat sein soll.

**Aerugit** ist ein zweifelhaftes Arseniat von Nickel.

**Ainalit** soll ein tantalhaltiges Zinnerz sein.

**Alurgit** ist eine hexagonal krystallisirende, nicht analysirte Manganverbindung.

**Alvit**, tetragonal, enthält Si, Al, Be, Fe, Zr, Th (?), Y und Wasser.

**Ammiolith**, Gemenge von antimonisaurem oder antimonigsaurem Kupfer mit Zinnober und anderen Substanzen.

**Animikit** ist eine noch sehr zweifelhafte Antimonverbindung des Silbers.

**Anthosiderit** ist ein Gemenge von Andalusit und Glimmer.

**Antillit** soll ein Zersetzungsproduct des Bronzit sein.

**Arequipit** soll Kieselsäure, Antimonsäure, Bleioxyd und Wasser enthalten.

**Arrhenit**, Zersetzungsproduct einer kieseltantalsauren Yttriumverbindung.

**Arsenotellurit** soll eine Verbindung von Tellur, Arsen und Schwefel sein.

**Bartholomit** scheint ein Gemenge verschiedener schwefelsaurer Salze zu sein.

**Bhreckit**, ein jedenfalls nicht homogenes Silikat.

**Bismutoferrit** s. Hypochlorit.

**Blomstrandit** ist wahrscheinlich Zersetzungsproduct einer Euxenit ähnlichen Substanz.

**Bytownit** ist ein Gemenge von Anorthit, Hornblende, Quarz und Magneteisen.

**Canaanit** ist ein Pyroxen und Carbonat enthaltendes Gestein.

**Chonikrit** ist ein zersetzter und mit Diallag gemengter Feldspath.

**Chromocker** ist ein Gemenge von Feldspath, Quarz u. s. w. mit einem chromhaltigen Pigment.

**Craigtonit** ist ein höchst zweifelhaftes Mineral, welches aus  $\text{Al}^2\text{O}^3, \text{Fe}^2\text{O}^3, \text{MgO}, \text{MnO}$  und  $\text{K}^2\text{O}$  bestehen soll.

**Culebrit** soll Zn, Hg und Se enthalten.

**Cuspidin**, ein fluorhaltiges Calciumsilikat. Monosymm.  $a:b:c = 0,72:1:1,94$ ,  $\beta = 89\frac{1}{2}^\circ$ .

**Cyanochalcit**, ein Wasser und Phosphorsäure enthaltendes Kupfersilikat.

**Degeröit**, ein nicht homogenes eisenreiches Silikat.

**Delafossit** soll wesentlich  $\text{Fe}^2\text{O}^4\text{Cu}^2$  sein.

**Demidowit**, Gemenge von Kupfer-Silikat mit -Phosphat.

**Devillin** ist ein Gemenge von Langit und Gyps.

**Dillnit**, wahrscheinlich ein Gemenge von Diaspor und Kaolin.

**Ehrenbergit**, ein wasserhaltiges Silikat von Al, Na, Fe, Mn etc., für welches eine Formel nicht aufgestellt werden kann.

**Eisensteinmark (Teratolith)**, Gemenge von Eisen- und Manganoxyd mit zersetztem Feldspath.

**Ellonit** ist ein Gemenge von Quarz mit einer Cimolit ähnlichen Substanz.

- Enysit**, Gemenge von Thon, einem Kupfersulfat, Kalkspath u. s. w.  
**Fluosiderit**, Scacchi, ein noch nicht näher untersuchter Begleiter des Nocerin.  
**Gelberde**, Gemenge von Brauneisenerz und Thon.  
**Gillingit**, ein Gemenge mehrerer eisenreicher Silikate, ist ein zersetztes Glimmer-Amphibol-Gestein.  
**Globosit** ist ein Wasser und Fluor enthaltendes Eisenoxydphosphat.  
**Grängesit**, amorphes Umwandlungsproduct von Pyroxen.  
**Grochaut**, ein wasserhaltiges Thonerde-Magnesia-Silikat.  
**Gunnisonit** ist jedenfalls ein Gemenge von Flussspath mit einem Silikat.  
**Heldburgit**, tetragonal  $a:c = 1:0,750$ , ist ein dem Zircon ähnliches Mineral, über dessen chemische Natur Nichts bekannt ist.  
**Henryit** ist ein Gemenge von Tellurblei mit Pyrit.  
**Hessenbergit**, ein monosymmetrisch krystallisirendes Silikat von unbekannter Zusammensetzung.  
**Hisingerit** (Thraulit): mit diesen Namen hat man wasserhaltige Eisensilikate bezeichnet, welche theilweise als Gemenge erkannt worden sind.  
**Hörnbergit** soll ein Uranarseniat sein.  
**Houghtit**, ein Kohlensäure und Wasser enthaltendes Zersetzungsproduct des Spinell.  
**Hullit** ist ein Gemenge einer einfach brechenden Substanz mit einer faserigen und verschiedenen anderen Mineralien.  
**Huronit** ist ein zersetzter unreiner Feldspath.  
**Hydrobuchholzit** ist nach Fischer (Privatmitth.) ein frisches, Fibrolith ähnliches Mineral, aber von geringerem specifischen Gewicht (Material prähistorischer Steinbeile).  
**Hydroplumbit** soll ein Bleihydroxyd sein.  
**Hydrotitanit**, Zersetzungsproduct des Perowskit.  
**Hypochlorit**: mit diesem Namen bezeichnet man Gemenge von Quarz mit einer Antimonverbindung oder mit einem Wismutheisensilikat, welches nach Frenzel, der es **Bismutoferrit** nannte, die Formel  $\text{Bi}^2\text{Fe}^2\text{Si}^4\text{O}^{17}$  besitzt. Nach H. Fischer's Beobachtungen muss man jedoch annehmen, dass auch das letztere kein einfaches Mineral ist.  
**Irit** soll aus den Oxyden von Iridium, Osmium, Eisen und Chrom bestehen, ist aber wahrscheinlich ein Gemenge von Osmiridium, Chromeisenerz u. a.  
**Isopyr** ist eine amorphe Substanz, für welche die Zusammensetzung eines Silikates von Kalk, Eisenoxyd und Thonerde angegeben wird; die meisten mit diesem Namen in Sammlungen befindlichen Exemplare sind jedoch unreiner Opal.  
**Ivigit**, ein vielleicht zu den dichten Glimmern gehöriges Natronthonerdesilikat.  
**Jocketan** enthält Kohlensäure, Eisen und Wasser.  
**Jollyt**, ein dem Hisingerit und Gillingit ähnliches Zersetzungsproduct.  
**Kakoklasit** ist ein gemengtes Umwandlungsproduct des Skapolith.  
**Keatingit**, ein unvollständig analysirtes Silikat von Ca, Mn, Zn.  
**Kerrit**, ein wasserhaltiges Zersetzungsproduct von Chlorit.  
**Kerstenit**, selensaures oder selenigsaures Blei.  
**Kirvanit** ist ein unreiner Amphibol.  
**Kochelit** enthält Nb, Zr, Y, Fe u. s. w.  
**Lillit**, ein vielleicht dem Cronstedtit verwandtes Eisensilikat.  
**Litidionit**, E. Scacchi, ist ein Silikat von Cu, Fe, K, Na mit 71 Proc.  $\text{SiO}_2$ . Keine einfache Formel!  
**Melanosiderit**, wahrscheinlich ein Gemenge von Eisenhydroxyd mit einem Eisensilikat.  
**Mengit** enthält Ti, Zn, Fe und gehört nach seiner Form vielleicht in die Nähe des Polykras.  
**Metastibnit** wurde rothes amorphes Antimonsulfid genannt.  
**Meymacit** ist ein mit Resten von Scheelit und mit Eisenhydroxyd gemengtes Wolframsäurehydrat.  
**Miloschin**, ein wasserhaltiges Thonerdesilikat, bildet ein Gemenge mit einfach brechender Grundmasse.  
**Moldavit** ist ein Glas (wahrscheinlich ein technisches Product).  
**Monzonit**, ein dichtes Silikat von der ungefähren Zusammensetzung:  $(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Na})^6\text{Al}^4\text{Si}^{21}\text{O}^{84}$ .  
**Mordenit**, ein wahrscheinlich mit freier Kieselsäure gemengter Zeolith.  
**Mursinakit**, tetragonal ( $a:c = 1:0,5664$ ), ist ein chemisch völlig unbekanntes Mineral.  
**Neocyanit**, azurblaue kleine monosymmetrische Krystalle vom Vesuv (A. Scacchi).  
**Osbornit** ist vermuthlich ein Oxydsulfid von Titanium und Calcium.  
**Palladiumgold** ist vielleicht nur ein mechanisches Gemenge.  
**Parathorit**, rhombische Kryställchen von unbekannter Zusammensetzung.

- Peckhamit** ist wahrscheinlich ein sehr inniges Gemenge von Enstatit und Olivin.  
**Persbergit** ist ein Umwandlungsproduct des Nephelin.  
**Phaestin** ist ein Zersetzungsproduct des Bronzit.  
**Pikrophyll** ist ein zersetzter Pyroxen.  
**Pilinit**, ein wasserhaltiges Kalkthonerdesilikat.  
**Pitkärandit** ist ein umgewandelter Pyroxen.  
**Portit** ist ein wasserhaltiges thonerdereiches Silikat, jedenfalls ein Umwandlungsproduct.  
**Pterolith** ist ein Gemenge von Glimmer, Pyroxen u. a., entstanden aus Barkevikit.  
**Pyrallolith** ist wahrscheinlich ein zersetzter Pyroxen und jedenfalls nicht homogen.  
**Pyraphrolith**, Gemenge von Feldspath und Opal.  
**Pyrargillit** ist mit Fahlunit verwandt, enthält jedoch weniger Magnesia.  
**Pyrosklerit** ist ein zersetzter unreiner Diallag.  
**Quecksilberlebererz** ist ein dichtes Gemenge von Zinnober mit Idrialin, kohligen und thonigen Substanzen.  
**Quincit** ist ein dichtes wasserhaltiges Magnesium-Eisensilikat.  
**Rutherfordit**, ein monosymmetrisch krystallisiertes titansaures Cerium, wahrscheinlich auch Uran und Yttrium enthaltend.  
**Saccharit**, früher als ein andesinähnlicher Feldspath betrachtet, ist ein Gemenge von Plagioklas mit Quarz.  
**Saussurit** ist ein Gemenge von Plagioklas, seltener Orthoklas, mit Zoisit.  
**Schröckingerit** ist ein rhombisch krystallisirendes wasserhaltiges Urancarbonat.  
**Selbit** (Grausilber) ist ein Gemenge von Silberglanz, Dolomit etc.  
**Selwynit**, ein wasserhaltiges Aluminiumchromsilikat.  
**Sordawalit** ist Diabaspechstein, also ein Gesteinsglas.  
**Stromnit** ist wohl wesentlich ein Gemenge von Strontianit und Baryt.  
**Talcoid** scheint ein Gemenge von Talk und Quarz zu sein.  
**Taznit** ist ein Gemenge von Wismuthocker mit verschiedenen Substanzen.  
**Teschemacherit** ist ein unreines Ammoniumcarbonat.  
**Totaigit** scheint ein Serpentin ähnliches Umwandlungsproduct des Sahlit zu sein.  
**Trautwinit** ist ein Chrom-Eisen-Kalk-Silikat.  
**Umbra**, jedenfalls ein Gemenge von Eisen- und Manganhydroxyd mit Thon. Die sogenannte „Terra di Siena“ (**Hypoxanthit**) unterscheidet sich davon nur durch das Fehlen des Mangans.  
**Vallerit** enthält Schwefelkupfer, Schwefeleisen, Eisenoxyd, Magnesia und Wasser.  
**Vanadinoocker** soll freie Vanadinsäure sein.  
**Vanadiolith**, vanadinkieselsaures Calcium.  
**Vanuxemit**, unzweifelhaft ein Gemenge von Thon und Kieselzinkerz.  
**Vesbinit**, vanadinsaures Aluminium? (A. Scacchi.)  
**Walkerde** ist ein Gemenge, zum Theil unreiner Thon.  
**Wehrilit**, Gemenge von Olivin, einem Augitmineral und Magnetit.  
**Wichtisit** (= Sordawalit), ein Gesteinsglas.  
**Winkworthit**, wasserhaltiges schwefelsaures und borsaures Calcium, ausserdem mit einem Silikat gemengt.  
**Wolkonskoit**, wesentlich ein wasserhaltiges Chromoxydsilikat, amorph und homogen, aber von sehr wechselnder Zusammensetzung.  
**Xanthitan** (soll wohl heissen **Xanthotitan**) ist ein wasserhaltiges, Al-reiches Zersetzungsproduct von Titanit.  
**Xanthiosit**, ein unsicheres Nickelarseniat.  
**Youngit**, ein mechanisches Gemenge verschiedener Schwefelmetalle.  
**Yttrogummit**, Zersetzungsproduct des Cleveit.  
**Zeuxit** ist ein sehr problematisches Eisenoxydulthonerdesilikat.  
**Zimapanit** soll eine Chlorverbindung des Vanadium sein.  
**Zippeit** ist wasserhaltiges Uransulfat.

### Nachträge.

- S. 59 unten vor „Sardinian“ ergänze: **Michel-Levyt**  $\text{SO}^4\text{Ba}$  in monosymmetrischer Form;  $\beta = 77 - 78^\circ$ .  
 S. 65 vor „Kalialaun“ ergänze: **Ferronatrit**  $[\text{SO}^4]^3\text{FeNa}^3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Krystallform?

# REGISTER.

## A.

- Aarit = Arit 17.  
 Abichit 77.  
 Abrazit = Zeagonit 148.  
 Abriachanit 154.  
 Acadialith = Chabasit 148.  
 Acerdese = Manganit 43.  
 Achat 38.  
 Achatjaspis = Quarz 38.  
 Achirit = Dioptas 113.  
 Achmatit = Epidot 109.  
 Achrematit 154.  
 Achroit 107.  
 Acharagdit 154.  
 Aciculith = Nadelierz 31.  
 Adamin 75.  
 Adamsit = Muscovit 116.  
 Adelpholith 74.  
 Adular 137, 138.  
 Aedelforsit 154.  
 Aegirin 128.  
 Aenigmatit 134.  
 Aerinit 151.  
 Aerugit 154.  
 Aeschynit 143.  
 Agalmatolith 123.  
 Aglait = Pihlit 123.  
 Agricolit 112.  
 Aikinit = Nadelierz 31.  
 Ainalit 154.  
 Akanthikon = Epidot 109.  
 Akanthit 22.  
 Åkerit = (blauer) Spinell 67.  
 Akmit 128.  
 Akontin = Kobaltarsen-  
 kies 19.  
 Aktinolith 132.  
 Alabandin 17.  
 Alalith = Diopsid 128.  
 Alaskait 28.  
 Alaun 65.  
 Alaunstein 66.  
 Albertit 153.  
 Albin = Apophyllit 148.  
 Albit 137.  
 Alexandrit 67.  
 Algerit 141.  
 Algodonit 21.  
 Alipit = Pimelith 150.  
 Alisonit 22.  
 Alkali-Turmalin 107.  
 Allagit = Mangankiesel  
 131.  
 Allaktit 78.  
 Allanit = Orthit 109.  
 Allemontit 14.  
 Allochroit = Aplom 112.  
 Allogonit = Herderit 75.  
 Allokias 20.  
 Allomorphit = Baryt 59.  
 Allopalladium = (hexag.)  
 Palladium 14.  
 Allophan 150.  
 Alluaudit 77.  
 Almandin 113.  
 Alshedit 142.  
 Alstonit 51.  
 Altit 22.  
 Alumian 64.  
 Aluminit 64.  
 Alumocalcit 42.  
 Alunit 66.  
 Alurgit 154.  
 Alvit 154.  
 Amalgam 15.  
 Amaranthit 64.  
 Amazonit 140.  
 Amazonenstein 140.  
 Amblygonit 75.  
 Amblystegit = Hypersthen  
 127.  
 Ambrit 153.  
 Ambrosin 153.  
 Amesit 120.  
 Amethyst = Quarz 37.  
 Amiant 133.  
 Ammiolith 154.  
 Ammoniak-Alaun 65.  
 Amoibit = Gersdorffit 19.  
 Amphibol 132.  
 Amphibol - Anthophyllit  
 132.  
 Amphilogit = Muskovit  
 116.  
 Amphitallit = Berlinit 80.  
 Amphodelit 140.  
 Anagenit = Chromocker  
 154.  
 Analcim 145.  
 Anatas 38.  
 Anauxit 151.  
 Andalusit 105.  
 Anderbergit 39.  
 Andesin 137.  
 Andradit, Kalkeisengranat  
 112.  
 Andreasbergit = Harmo-  
 tom 147.  
 Andreolith = Harmotom  
 147.  
 Andrewsait 78.  
 Anglarit = Vivianit 80.  
 Anglesit 59.  
 Anhydrit 59.  
 Animikit 154.  
 Ankerit 51, 52.  
 Annabergit 80.  
 Annerödit 73.  
 Annit 115.  
 Annivit = Fahlerz 32.  
 Anomit 115.  
 Anorthit 137.  
 Anorthoklas = Natron-  
 mikroklin 137.  
 Anthochroit 129.  
 Anthophyllit 132.  
 Anthophyllit - Amphibol  
 132.  
 Anthosiderit 154.  
 Anthracit 153.  
 Anthrakonit 52.  
 Anthraxoxen 153.  
 Antiädril = Edingtonit 145.  
 Antigorit 120.  
 Antillit 154.  
 Antimon 14.  
 Antimonarsen 14.  
 Antimonarsenfahlerz 32.  
 Antimonarsennickel = Arit  
 17.  
 Antimonbleibende = Bou-  
 langerit 31.  
 Antimonbleikupferblende  
 = Bournonit 31.  
 Antimonblende 44.  
 Antimonblüthe 36.  
 Antimonfahlerz 32.  
 Antimonglanz 16.  
 Antimonit 16.  
 Antimonkupferglanz =  
 Bournonit 31.  
 Antimonnickel 17.  
 Antimonnickelkies (-glanz)  
 19.  
 Antimonocker 72.  
 Antimonsilber 23.  
 Antimonsilberblende 31.  
 Antimonwismuthblei-  
 blende = Lillianit (früher  
 Kobellit) 31.  
 Antrimolith = Mesolith.  
 Apatelit 64.  
 Apatit 74.  
 Aphanesit, Aphanese =  
 Strahlerz 77.  
 Aphrodit 122.  
 Aphrosiderit 120.  
 Aphtalose 58.  
 Aphtitalit = Aphtalose 58.  
 Aphtonit 32.  
 Apjohnit 65.  
 Aplom 112.  
 Apophyllit 146.  
 Aquacryptit = Serpentin  
 120.  
 Aquamarin = Beryll 136.  
 Aräoxen 76.  
 Aragonit 51.  
 Aragotit 152.  
 Arcanit 58.  
 Ardennit 109.  
 Arequipit 154.  
 Arvedsonit 132.  
 Argentit 22.  
 Argentopyrit 26.  
 Argyropyrat 26.  
 Argyrodit 35.  
 Arit 17.  
 Arkansit 37.  
 Arksutit 47.  
 Arnimit 63.  
 Arquerit 15.  
 Arrhenit 154.  
 Arsen 14.

- Arsenantimon 14.  
 Arsen-Antimonfahlerz 32.  
 Arsenantimonnickelkies  
 (-glanz) 19.  
 Arsenargentit 24.  
 Arsenblüthe = Arsenolith  
 36.  
 Arseneisen 19.  
 Arseneisensinter 86.  
 Arsenfahlerz 32.  
 Arsenglanz 14.  
 Arsenige Säure 36.  
 Arsenigsäures Kobalt 70.  
 Arsenikalkies = Arsen-  
 eisen 19.  
 Arsenik-Antimon 14.  
 Arsenikblüthe = Arseno-  
 lith 36.  
 Arsenikkies 19.  
 Arseniknickel 17.  
 Arseniknickelkies 19.  
 Arseniolepit 78.  
 Arseniosiderit 78.  
 Arsenit = Arsenolith 36.  
 Arsenkies 19.  
 Arsenkupfer 21.  
 Arsenmangan 18.  
 Arsennickel 17.  
 Arsennickelkies (-glanz) 19.  
 Arsenolamprit 14.  
 Arsenolith 36.  
 Arsenopyrit 19.  
 Arsenotellurit 154.  
 Arsen Silber 24.  
 Arsen Silberblende 31.  
 Asbest 121, 133.  
 Asbolan 57.  
 Asmanit 37.  
 Aspasolith 125.  
 Asperolith 113.  
 Asphalt 153.  
 Aspidolith 116.  
 Asteroid = Hedenbergit  
 128.  
 Astrachanit 65.  
 Astrophyllit 126.  
 Atacamit 49.  
 Atelestite 78.  
 Atelit 49.  
 Atheriastrit 141.  
 Atopit 73.  
 Attakolith 83.  
 Auerbachit 39.  
 Auerlith 39.  
 Augelith 77.  
 Augit 128.  
 Auralith = Fahlnit 125.  
 Aurichalcit 53.  
 Auri pigment 16.  
 Automolit 67.  
 Autunit 84.  
 Avalit 117.  
 Avanturin 38.  
 Avasit 150.  
 Awarut 15.  
 Axinit 114.  
 Azorit = Zirkon 39.  
 Azurit 53.
- B.**
- Babingtonit 131.  
 Bagrationit = Orthit 109.  
 Baikalit 128.  
 Baikerit 153.  
 Baikerit = Ozokerit 152.  
 Baltimorit 121.  
 Balvraidit 121.  
 Bamlit 106.  
 Barcenit 81.  
 Barkevikit 132.  
 Barklyit = Korund 40.  
 Barnhardt 26.  
 Barrandit 80.  
 Barsowit 112.  
 Bartholomit 154.  
 Barylith 126.  
 Barysilit 125.  
 Baryt 59.  
 Barytbiotit 116.  
 Barytfeldspath 137.  
 Barytglomerit 115.  
 Barytkreuzstein = Har-  
 motom 147.  
 Barytocalcit 51, 53.  
 Barytocölestin 59.  
 Barytophyllit 118.  
 Barytplagioklas 140.  
 Baryumnitrat 50.  
 Baryumalpetit 50.  
 Baryum-Uranit 84.  
 Bastit 127.  
 Bastnäsit 54.  
 Bastonit 115.  
 Bathwillit 153.  
 Batrachit 110.  
 Baudissierit 55.  
 Bauxit 43.  
 Beaumontit 147.  
 Beauxit 43.  
 Bechilith 69.  
 Beegerit 33.  
 Beilstein = Nephrit 133.  
 Belonesit 60.  
 Belonit = Nadelitz 31.  
 Bementit 113.  
 Beraunit 83.  
 Berengolith 153.  
 Bergamaaskit 133.  
 Bergholz 121.  
 Bergkork 121.  
 Bergkrystall = Quarz 37.  
 Bergleder 121.  
 Bergmannit 145.  
 Berlaut 120.  
 Berlinit 80.  
 Bernardinit 153.  
 Bernstein 153.  
 Berthierin = Chamoisit  
 119.  
 Berthierit 28.  
 Bertrandit 108.  
 Beryll 136.  
 Beryllonit 71.  
 Berzeliit 71.  
 Beudantit 85.
- Beyrichit 18.  
 Bhrekit 154.  
 Bieberit = Kobaltvitriol  
 63.  
 Bjelkit 30.  
 Bielzit 153.  
 Bildstein 123.  
 Bindheimit 81.  
 Binnit 30.  
 Biotit 114.  
 Bischoffit 46.  
 Bismut = Wismuthocker  
 36.  
 Bismutin = Wismuthglanz  
 16.  
 Bismutit 16, 54.  
 Bismutoferrit 154.  
 Bismutosphäerit 54.  
 Bittersalz 62.  
 Bitterspath 51.  
 Bituminit 153.  
 Blackeit = Coquimbite 63.  
 Blättererz = Blättertellur  
 25.  
 Blau eisenerde = Vivianit  
 80.  
 Blau eisenstein = Kroky-  
 dolith 133.  
 Blauspath = Lazulith 78.  
 Blei 15.  
 Bleiantimon glanz 28.  
 Bleiantimonit = Jamesonit  
 30.  
 Bleiarsenglanz 28.  
 Bleiarsenit = Dufrenoyait  
 30.  
 Bleicarbonat 51.  
 Bleichromat 59.  
 Bleierde = (thoniger) Cerus-  
 sit 51.  
 Bleifahlerz = Bournonit  
 31.  
 Bleiglätte 41.  
 Bleiglanz 22.  
 Bleigummi 84.  
 Bleihornitz 54.  
 Bleilasur 61.  
 Bleiniere 81.  
 Bleioxyd 41.  
 Bleischwärze = Cerussit  
 51.  
 Bleischweif = (dichter)  
 Bleiglanz 22.  
 Bleisulfat 59.  
 Bleisulfotricarbonat =  
 Leadhillit 62.  
 Bleivitriol 59.  
 Bleiwismuthglanz 28.  
 Bleiwolframiat = Stolzit 60.  
 Blende 17.  
 Blödit 65.  
 Blomstrandit 154.  
 Blutstein = Hämatit 40.  
 Bobierit 80.  
 Bodenit 110.  
 Bogheadkohle 153.  
 Böhnerz = Brauneisenerz  
 43.
- Bol 151.  
 Bolivian 27.  
 Bolivit 16.  
 Bologneserspath = Baryt  
 59.  
 Boltonit 110.  
 Bombiccit 153.  
 Bonsdorffit 125.  
 Boracit 68.  
 Borax 69.  
 Borsodit = Silberamalgam  
 15.  
 Bornit 25.  
 Borocalcit 69.  
 Boromagnesit 68.  
 Boronatrocalcit 69.  
 Borsäure 42.  
 Boryckit 83.  
 Borjemanit 65.  
 Botallakit = Atacamit 49.  
 Botryogen 66.  
 Botryolith = Datolith 106.  
 Boulangerit 31.  
 Bournonit 31.  
 Bowenit 121.  
 Bowlingit 121.  
 Brackebuschit 76.  
 Brandisit 118.  
 Brandit 80.  
 Braunbleierz 74.  
 Brauneisenerz 43.  
 Braunit 56.  
 Braunkohle 153.  
 Braunsalz 64.  
 Braunspath 51.  
 Braunstein 39.  
 Bravaisit 123.  
 Breislakit 134.  
 Breithauptit 17.  
 Breunerit 51.  
 Brevicit 144.  
 Brewsterit 146.  
 Brochantit 61.  
 Broddbo-Tantalit = Ixi-  
 lith 73.  
 Bröggerit 60.  
 Bromammonium 45.  
 Bromargyrit 45.  
 Bromchorsilber = Embo-  
 lit 45.  
 Bromit = Bromsilber 45.  
 Bromsilber 45.  
 Brongniartit 30.  
 Bronzit 127.  
 Brookit 37.  
 Brucit 43.  
 Brücknerellit 153.  
 Brushit 81.  
 Bucaramangit = Walcho-  
 wit 153.  
 Bucholzit 106.  
 Bucklandit 109.  
 Bunsenit 39.  
 Buntbleierz = Pyromor-  
 phit 71.  
 Buntkupfererz 25.  
 Buratit 53.  
 Bustamit 131.

Butyrit 153.  
Byssolith 133.  
Bytownit 154.

## C.

Cabrarit 80.  
Calamin 105.  
Calamit 132.  
Calaverit 25.  
Calcioferrit 83.  
Calciostrontianit 51.  
Calciorthorit 39.  
Calcit 51.  
Caledonit 62.  
Callanit 81.  
Callait 80.  
Canaanit 154.  
Cancrinit 123.  
Cantonit 24.  
Caprocinianit 149.  
Cappelinit 103.  
Caracolit 61.  
Carminit 72.  
Carnallit 47.  
Carneol 38.  
Carolathin 150.  
Carrollit 25.  
Carynit = Karyinit 71.  
Cassinit 140.  
Castellit = Titanit 141.  
Castelnaudit = Xenotim 72.  
Castillit 26.  
Castor 144.  
Catlinit = Thon 123.  
Cavolinit 124.  
Cerin = Orthit 109.  
Cerit 110.  
Cerolith = Kerolith 122.  
Cerussit 51.  
Cervantit 72.  
Ceylanit 67.  
Chabasit 148.  
Chalcedon 38.  
Chalcodit 120.  
Chalcosin 22.  
Chalilith 144.  
Chalkanthit = Kupfer-  
vitriol 63.  
Chalkolith = Kupferuranit 84.  
Chalkomenit 55.  
Chalkophanit 56.  
Chalkophyllit 82.  
Chalkopyrit 25.  
Chalkosiderit 83.  
Chalkotrichit = Roth-  
kupfererz 41.  
Chalybit = Eisenspath 51.  
Chalytit 15.  
Chamasit 15.  
Chamosit 119.  
Chamosit 119.  
Chastanit 21.  
Chathkinit 122.  
Chastkofordit = Wernerit 146.

Cheleutit 21.  
Chenevixit 83.  
Chessylith 53.  
Chesterlith = Mikroklin 137.  
Chiastolith 105.  
Childrenit 83.  
Chileit 76.  
Chilenit = Wismuthsilber 24.  
Chilisalpeter 50.  
Chiolith 47.  
Chiviatit 27.  
Chladnit = Enstatit 127.  
Chloanthit 19.  
Chlorammonium 45.  
Chlorargyrit = Chlorsilber 45.  
Chlorastrolith 108.  
Chlorblei 46.  
Chlorbromsilber 45.  
Chlorcalcium 46.  
Chlorit 118.  
Chloritoid 118.  
Chloritspath 118.  
Chlorkalium 45.  
Chlornatrium 45.  
Chlorocalcit 46.  
Chloromagnesit 131.  
Chloromelanit 131.  
Chloropal 151.  
Chlorophäit 121.  
Chlorophan = Fluorit 46.  
Chlorophyllit 125.  
Chlorospinell = Eisen-  
spinell 67.  
Chlorothionit 66.  
Chlorotil 78.  
Chlorquecksilber 46.  
Chlorsilber 45.  
Chodnewit 47.  
Chondroarsenit 82.  
Chondrodit 108.  
Chonikrit 154.  
Christianit = Phillipsit 147.  
Christmatit 152.  
Christobalit 37.  
Christophit = Zinkblende 17.  
Chromdiopsid 128.  
Chromeisenerz 67.  
Chromglimmer 117.  
Chromgranat 112.  
Chromit 67.  
Chromocker 154.  
Chromophyllit = Ripido-  
lith 119.  
Chromphosphorkupferblei-  
spath 79.  
Chromspinell 67.  
Chromturalin 107.  
Chrysoberyll 67.  
Chrysokoll 113.  
Chrysolith 111.  
Chrysopras = Quarz 38.  
Chrysoil 121.  
Churchit 81.  
Chusit 151.

Cimolith 151.  
Cinnabarit 24.  
Cirrolith 78.  
Citrin = Quarz 37.  
Clarit 34.  
Claudetit 36.  
Clausenthalit 22.  
Clayit 33.  
Cleavelandit = Albit 137.  
Cleiophan = Zinkblende 17.  
Clevéit 61.  
Cliftonit 13.  
Clintonit 118.  
Cobaltomenit 55.  
Coccinit 46.  
Cölestin 59.  
Coeruleolactit 83.  
Cohenit 15.  
Colemanit 69.  
Coloradoit 24.  
Columbit 73.  
Comptonit 144.  
Condurrit = Arsenkupfer 21.  
Confolensit 151.  
Connellit 61.  
Cookeit 117.  
Copal 153.  
Copiapit 64.  
Coquimbait 63.  
Coracit 149.  
Corallenerz = Lebererz 156.  
Cordierit 125.  
Corkit = Beudantit 85.  
Cornwallit 82.  
Corongit 70.  
Corundellit 117.  
Corundophyllit 119.  
Cossalit 30.  
Cossait 117.  
Cossyrit 134.  
Cotunnit 46.  
Couseranit 141.  
Covellin 24.  
Craigtonit 154.  
Crednerit 57.  
Crichtonit = Titaneisen 40.  
Cromophosphate of Lead 75.  
Cronstedtit 119.  
Crookesit 24.  
Crucilith 43.  
Crucit 43.  
Cuban 25.  
Culebrit 154.  
Culsageeit 118.  
Cummingtonit 134.  
Cuprit 41.  
Cuprocalcit 41.  
Cuprodescloizit 75.  
Cupromagnesit 63.  
Cuproplumbit 22.  
Cuproscheelit 60.  
Cuspidin 154.  
Cyanit 106.  
Cyanochalcit 154.  
Cyanochroit 65.

Cyanotrichit 66.  
Cyclopit 140.  
Cymatolith 123.  
Cymophan = Chrysoberyll 67.  
Cyprin = Vesuvian 110.  
Cyprusit 64.  
Cyrtolith 39.

## D.

Dahlit 85.  
Dalarnit = Arsenkies 19.  
Daleminzit = Akanthit 22.  
Damourit 117.  
Danait 19.  
Danalith 109.  
Danburit 112.  
Dannemorit = Aktinolith 132.  
Darwinit = Whitneyit 21.  
Datolith 106.  
Daubréeit 49.  
Daubréeilith 25.  
Daviesit 48.  
Davreuxit 117.  
Davyn 123.  
Dawsonit 54.  
Dechenit 73.  
Degeröit 154.  
Delafossit 154.  
Delanovit 151.  
Delawarit = Orthoklas 137.  
Delessit 120.  
Delvauxit 83.  
Demantoid = Kalkeisen-  
granat 112.  
Demidowit 154.  
Dermatin 121.  
Dernbachit = Beudantit 85.  
Descloizit 75.  
Desmin 147.  
Destinézit 79.  
Devillin 154.  
Dewalquit 109.  
Deweylit = Gymnit 122.  
Diadelphit 78.  
Diadochit 79.  
Diaklasit 127.  
Diallag 129.  
Dialogit 51.  
Diamant 13.  
Dianit = Niobit 73.  
Diaphorit 31.  
Diaspor 43.  
Diatomit 42.  
Dichroit 125.  
Dickinsonit 79.  
Dietrichit 65.  
Dihydrit 77.  
Dillnit 154.  
Dinit 152.  
Diopsid 128.  
Dioplas 113.  
Diphanit = Margarit 117.  
Diploit = Anorthit 137.  
Dipyrit 140.

Diserasit 23.  
 Disterrit = Brandisit 118.  
 Disthen 106.  
 Dognácskait 28.  
 Dolerophanit 61.  
 Dolianit = Apophyllit 146.  
 Dolomit 51.  
 Domeykit 21.  
 Domingit 30.  
 Dopplerit 152.  
 Douglasit 47.  
 Dreelit 59.  
 Dudgeonit 80.  
 Dudleyit 118.  
 Dürfeldtit 31.  
 Dufrenit = Kraurit 77.  
 Dufrenoyisit 30.  
 Dumasit = Chlorit 118.  
 Dumortierit 104.  
 Dumreicherit 65.  
 Duporthit 121.  
 Durangit 75.  
 Duxit 153.  
 Dysanalit 143.  
 Dysalut 67.  
 Dysodil 153.  
 Dyssnit = Klipsteinit 131.

## E.

Edenit 132.  
 Edingtonit 145.  
 Edisonit 38.  
 Edwardsit = Monazit 72.  
 Egeran = Vesuvian 110.  
 Eggonit 105.  
 Ehlit 82.  
 Ehrenbergit 154.  
 Eichwaldit 68.  
 Eis 36.  
 Eisen 15.  
 Eisen-Alaun 65.  
 Eisenantimonoglanz = Berthierit 28.  
 Eisenapatit = Zwieselit 77.  
 Eisenblüthe = Aragonit 51.  
 Eisenboracit 69.  
 Eisenbrucit 43.  
 Eisenchlorür 46.  
 Eisenerde, grüne = Bismutoferrit 154.  
 Eisenglanz 40.  
 Eisenglimmer 115.  
 Eisengymnit 122.  
 Eisenkies 19.  
 Eisenkiesel = Quarz 37.  
 Eisenknebelit 111.  
 Eisennatrolith 145.  
 Eisennickelkies 17.  
 Eisenoxyd 40.  
 Eisenpecherz = Stilpnosiderit 43.  
 Eisenrahm = (feinschupp.) Rotheisenerz 40.  
 Eisenrhodonit 131.  
 Eisenrose = Titaneisenerz 40.  
 Eisensinter 83.

Eisenspath 51.  
 Eisenspinell 67.  
 Eisensteinmark 154.  
 Eisenthoneisengranat 113.  
 Eisenthongranat 112.  
 Eisenturmalin 107.  
 Eisenvitriol 63.  
 Eisenzinkspath 51.  
 Ekdemit 70.  
 Ekebergit 140.  
 Ekmannit 114.  
 Eläolith 123.  
 Elaterit 152.  
 Eleonorit 83.  
 Eliasit 149.  
 Ellonit 154.  
 Elpasolith 47.  
 Embolit 45.  
 Embrythit = Boulangerit 31.  
 Emerylith = Margarit 117.  
 Emmonit 51.  
 Emmonsit 19.  
 Empholith = Diaspor 43.  
 Emplektit 28.  
 Enargit 34.  
 Enceladit 103.  
 Endlichit 74.  
 Engelhardt = Zirkon 39.  
 Enhydros = Chalcidon (mit Wassereinschluss) 38.  
 Enophyt 120.  
 Enstatit 127.  
 Enysit 155.  
 Eosit 60.  
 Eosphorit 83.  
 Epiboulangerit 34.  
 Epichlorit 120.  
 Epidot 109.  
 Epigenit 34.  
 Epiphanit 120.  
 Epistilbit 146.  
 Epsomit 62.  
 Erbsenstein = Aragonit 51.  
 Erdkobalt 57.  
 Erdmannit 107.  
 Erdpech 153.  
 Erdwachs 152.  
 Eremit = Monazit 72.  
 Erinit 77, 151.  
 Eriochalit 46.  
 Ersbyit 140.  
 Erythrin 80.  
 Erythrosiderit 47.  
 Erythrozincit 17.  
 Esmarkit 125, 140.  
 Ettringit 66.  
 Euchlorin 61.  
 Euchroit 82.  
 Eudialyt 142.  
 Eudidymit 141.  
 Eudnophit 146.  
 Eugenglanz 33.  
 Eukairit 22.  
 Euklas 106.  
 Eukolit 143.  
 Eukolit-Titanit 142.  
 Eukrasit 39.

Eukryptit 111.  
 Eulytin 112.  
 Euosmit 153.  
 Euphyllit 117.  
 Eupyrchroit 74.  
 Euralit 120.  
 Eusynchit 76.  
 Euxenit 143.  
 Evansit 83.  
 Evigtokit 47.  
 Exanthalit 62.

## F.

Fahlerz 32.  
 Fahlunit 125.  
 Fairfieldit 79.  
 Famatinit 34.  
 Farolith 144.  
 Faserkiesel 106.  
 Fassait 128.  
 Faujasit 146.  
 Fauserit 63.  
 Fayalit 111.  
 Federalaun = Halotrichit 65.  
 Federerz = Heteromorphit 30.  
 Feldspath 137.  
 Felsöbanyit 64.  
 Ferberit 60.  
 Fergusonit 72.  
 Ferrocobaltit 20.  
 Ferrotellurit 61.  
 Ferrotitanit = Schorlomit 112.  
 Feuerblende 32.  
 Feuerstein = Chalcidon 38.  
 Fibroferrit 64.  
 Fibrolith 105.  
 Fichtelit 152.  
 Ficinit 79.  
 Fiedlerit 49.  
 Fillowit 79.  
 Fischerit 83.  
 Flinkit 78.  
 Fluellit 46.  
 Fluocerit 48.  
 Fluorit 46.  
 Fluosiderit 155.  
 Flussspath 46.  
 Forbesit 81.  
 Forcherit 42.  
 Foresit 148.  
 Forsterit 110.  
 Fournetit 33.  
 Fowlerit 131.  
 Francolit = Apatit 74.  
 Franklandit 69.  
 Franklinit 67.  
 Fredricit = Fahlerz 32.  
 Freieslebenit 31.  
 Frenzelit 16.  
 Freyalith 39.  
 Friedelit 114.  
 Friesit 26.  
 Fritzscheit 85.  
 Fuchsit 117.

## G.

Gadolinit 106.  
 Gänseköthigerz 86.  
 Gagat = Lignit 153.  
 Gahnit 67.  
 Galaktit 145.  
 Galapektit 150.  
 Galenit 22.  
 Galenobismutit 28.  
 Galmei 51.  
 Gamsigradit = Hornblende 132.  
 Ganomalith 125.  
 Ganomatit 86.  
 Garnierit 122.  
 Gastaldit 132.  
 Gaylussit 55.  
 Gearksutit 47.  
 Gedanit 153.  
 Gedrit 132.  
 Gehlenit 106.  
 Gelbbleierz 60.  
 Gelbeisenerz 66.  
 Gelbeisenstein = Xanthosiderit 43.  
 Gelberde 155.  
 Gelberz 25.  
 Genthit 122.  
 Geocerit 153.  
 Geokronit 33.  
 Geomyricit 153.  
 Gerhardtit 50.  
 Gersdorffit 19.  
 Geyerit 20.  
 Geysirit = Kieselguhr 42.  
 Gibbsit 81.  
 Gieseckit 117.  
 Gigantolith 117, 125.  
 Gilbertit 123.  
 Gillingit 155.  
 Ginilit 110.  
 Gismondin 148.  
 Giuffit = Milarit 144.  
 Glagerit 150.  
 Glanzkobalt = Kobaltglanz 19.  
 Glasbachit = Selenkupferblei 22.  
 Glaserit 58.  
 Glaserz 22.  
 Glaskopf, brauner = Brauneisenerz 43.  
 Glaskopf, rother = Rotheisenerz 40.  
 Glauberit 58.  
 Glaubersalz 62.  
 Glaukodot 19.  
 Glaukolith 140.  
 Glaukonit 123.  
 Glaukophan 132.  
 Glaukopyrit 20.  
 Glimmer 114.  
 Glinkit 111.  
 Globosit 155.  
 Glockerit 64.  
 Glossecolit = Halloysit 150.



Glottalith 144.  
Gmelinit 148.  
Göthit 43.  
Gold 15.  
Goldamalgalam 15.  
Gongylit 117.  
Goslarit 62.  
Goyazit 84.  
Grängesit 155.  
Grahamit 153.  
Gramenit 151.  
Grammatit 132.  
Granat 112.  
Granulin 37.  
Graphit 13.  
Graphitoid 13.  
Graubraunsteinerz =  
Pyrolusit 39.  
Graulit 64.  
Graumanganerz 39.  
Graupiesglasserz = Anti-  
monglanz 16.  
Greenockit 17.  
Greenovit 142.  
Grengesit 120.  
Grochaut 155.  
Groddeckit 148.  
Gronolith 56.  
Grossular 112.  
Grothit 142.  
Grünaut = Saynit 18.  
Grünbleierz 74.  
Grüneisenerz 77.  
Grüner Augit 128.  
Grünerde 123.  
Grunerit 133.  
Guadalcazarit 24.  
Guanajuatit 16.  
Guanit = Struvit 79.  
Guanovulit 62.  
Guarinit 142.  
Gümbelit 151.  
Guayacanit = Enargit 34.  
Guayaquilit 153.  
Guejarit 27.  
Guhrhofan = Dolomit 52.  
Guitermanit 31.  
Gummierz 149.  
Gummit 149.  
Gunnisonit 155.  
Gurolit = Gyrolith 146.  
Gymnit 122.  
Gyps 62.  
Gyrolith 146.

## H.

Haarkies 17.  
Haarsalz 64, 65.  
Hämaffbrit 82.  
Hämatit 40.  
Hämatolith 78.  
Hämatostibiit 78.  
Hagemannit 47.  
Haidingerit 81.  
Hälit = Steinsalz 45.  
Hälit 120.  
Hälloyit 150.

Halotrichit 65.  
Hamartit 54.  
Hambegit 68.  
Hampshirit 122.  
Hankait 62.  
Hannayit 81.  
Harmotom 147.  
Harringtonit 145.  
Harrisit 22.  
Harstigit 114.  
Hartin 153.  
Hartit 152.  
Hartmanganerz 57.  
Harze 153.  
Hatchettit 152.  
Hatchettolith 73.  
Hauerit 19.  
Haughtonit 115.  
Hausmannit 56.  
Hauyn 125.  
Haydenit 148.  
Hayesin 69.  
Haytorit = Quarz, pseud.  
n. Datolith  
Hebronnit = Amblygonit 75.  
Hedenbergit 128.  
Hedvighit 75.  
Heldburgit 155.  
Heliophyllit 70.  
Heliotrop 38.  
Helminth 119.  
Helvin 109.  
Hemimorphit 105.  
Henryit 155.  
Henwoodit 82.  
Hercynit 67.  
Herderit 75.  
Hermannit 134.  
Hermesit = Quecksilber-  
fahlerz 32.  
Herregrundit 63.  
Herschelit 149.  
Hessenbergit 155.  
Hessit 22.  
Hessonit 112.  
Hettarit 57.  
Heterogenit 43.  
Heteromorphit 30.  
Heterosit 77.  
Heubachit 43.  
Heulandit 146.  
Hiddenit = Spodumen 128.  
Hieratit 48.  
Hillängsit 133.  
Himbeerspath = Dialogit  
51.  
Hiortdahlit 131.  
Hircit 153.  
Hisingerit 155.  
Hitchcockit 64.  
Hjelmit 73.  
Hörnbergit 155.  
Hörnesit 80.  
Hofmannit 153.  
Hohmanit 64.  
Homilit 106.  
Honigstein 152.  
Hopëit 80.

Horbachit 19.  
Hornblei = Phosgenit 54.  
Hornblende 132.  
Hornsilber = Chlorsilber 45.  
Hornstein = Quarz 37.  
Horsfordit 21.  
Hortonolith 111.  
Houghtit 155.  
Howlith 113.  
Huantajayit 45.  
Huascolith 24.  
Hübnerit 60.  
Hullit 155.  
Humboldtillith 123.  
Humboldtinit 152.  
Humit 108.  
Huntillith 24.  
Hureaulit 81.  
Huronit 155.  
Hyacinth = Zirkon 39.  
Hyalit 42.  
Hyalophan 137.  
Hyalosiderit 111.  
Hyalotekit 137.  
Hydrargillit 42.  
Hydrobiotit 115.  
Hydroboracit 69.  
Hydroborocalcit = Hayesin  
69.  
Hydrobuchholzit 155.  
Hydrocastorit 146.  
Hydrocerit = Lanthanit 55.  
Hydrocerussit 53.  
Hydrocuprit 43.  
Hydrocyanit 59.  
Hydrodolomit 55.  
Hydrofluocerit 48.  
Hydrogiobertit 55.  
Hydrohämatit 43.  
Hydroilmenit 41.  
Hydromagnesit 55.  
Hydromagnocalcit 55.  
Hydronephelit 144.  
Hydrophan = Opal 42.  
Hydrophit 121.  
Hydropit = Rhodonit 131.  
Hydroplumbit 155.  
Hydrorhodonit 131.  
Hydrotalcit 43.  
Hydrotrophit 111.  
Hydrotitanit 155.  
Hydrozinkit 53.  
Hygrophilit 117.  
Hypargyrit 29.  
Hypersthen 127.  
Hypochlorit 155.  
Hypostilbit 147.  
Hypotyphit 14.  
Hypoxanthit = Umbra 156.

## I.

Iberit = Pinit 125.  
Ichthyophthalm = Apo-  
phyllit 146.  
Idokras 110.

Idrialin 153.  
Idrialit 153.  
Igelströmit 111.  
Iglesiasit 53.  
Iglit = Igloit = Aragonit  
51.  
Ignatiewit 66.  
Ihlëit 64.  
Ildefonsit = Tantalit 73.  
Ilesit 63.  
Ilmenit 40.  
Ilmeno-Rutil = Rutil 39.  
Ilsemanit 36.  
Ilvait 108.  
Indianit = Anorthit 137.  
Indigolith = blauer Tur-  
malin 107.  
Inesit 147.  
Infusorienerde 42.  
Inolit = Kalkspath 51.  
Iolith 125.  
Iridium 14.  
Iridosmium 14.  
Irit 155.  
Iserrin = Titaneisen 40.  
Isoklas 82.  
Isophan = Franklinit 67.  
Isopyr 155.  
Ittnerit 125.  
Ivigit 155.  
Ivaarit = (titanh.) Granat  
112.  
Ixolith 74.  
Ixionolith = Ixolith 74.  
Ixolyt 153.

## J.

Jacobait 67.  
Jade = Saussurit 156.  
Jadeit 131.  
Jaipurit = Schwefelkobalt  
18.  
Jalpsit 22.  
Jamesonit 30.  
Jarosit 66.  
Jaspis 38.  
Jaulingit 153.  
Jefferisit 118.  
Jeffersonit 128.  
Jenkinsit 121.  
Jeremejewit 68.  
Jet = Lignit 153.  
Jeypoorit = Schwefel-  
kobalt 18.  
Jocketan 155.  
Jodammonium 45.  
Jodargyrit = Jodsilber 45.  
Jodbromchlorsilber 45.  
Jodit = Jodsilber 45.  
Jodobromit 45.  
Jodsilber 45.  
Jodyrit 45.  
Johannit 64.  
Jonit 152.  
Johnstrupit 130.  
Jollyt 155.  
Jordanit 33.

Joséit = Tellurwismuth 14.  
Jossait 59.  
Julianit 32.  
Junkerit = Siderit 51.  
Jurinit = Brookit 37.

## K.

Kämmererit 119.  
Kärsutit 133.  
Kainit 68.  
Kainosit 124.  
Kakochlor 57.  
Kakoklasit 155.  
Kakoxen 83.  
Kalait 83.  
Kali, schwefelsaures 58.  
Kali-Alaun 65.  
Kalifeldspath 137.  
Kaliglimmer 116.  
Kaliharmotom 147.  
Kaliophilith 124.  
Kaliorthoklas 137.  
Kalisalpeter 50.  
Kaliumsulfat 58.  
Kalkbaryt 59.  
Kalkeisenaugit 128.  
Kalkeisengranat 112.  
Kalkeisenthongranat 112.  
Kalkfeldspath 137.  
Kalkglimmer 116, 117.  
Kalkharmotom = Philipsit 147.  
Kalknatronfeldspath 139.  
Kalknatronkatapleit 142.  
Kalksalpeter 50.  
Kalksinter = Kalkspath 51.  
Kalkspath 51.  
Kalkstein = Kalkspath 51.  
Kalkthoneisengranat 112.  
Kalkthongranat 112.  
Kalktripplit 77.  
Kalkuranit 84.  
Kalkvolborthit 75.  
Kalomel 46.  
Kaluszit 65.  
Kamazit 15.  
Kammkies 19.  
Kampylit 74.  
Kaneelstein 112.  
Kaneit = Arsenmangan 18.  
Kaolin 122.  
Kapnicit 83.  
Karelinit 44.  
Karinthin = grüne Hornblende 132.  
Karminspath 72.  
Karneol = Chalcodon 38.  
Karpolith 107.  
Karpnosiderit 64.  
Karpnostilbit 144.  
Karstenit = Anhydrit 59.  
Karyinit 71.  
Karyocerit 103.  
Karyopilit 121.  
Kascholong = Opal 42.  
Kassiterit 39.

Kastor 144.  
Katapleit 142.  
Kataspilit 117.  
Katzenauge 38.  
Kausinkies = Markasit 69.  
Keatingit 155.  
Keilhaut 141.  
Kelyphit 113.  
Kengottit 29.  
Kentrolith 108.  
Keramohalit 64.  
Kerargyrit 45.  
Kerasin = Phosgenit 54.  
Kerolith 122.  
Kerrit 155.  
Kerstenit 155.  
Kibdelophan = Titaneisen 40.  
Kieselguhr 42.  
Kieselsilber 113.  
Kieselmagnesit 52.  
Kieselmalachit = Kieselkupfer 113.  
Kieselmangan 131.  
Kieselsinter = Opal 42.  
Kieselwismuth 112.  
Kieselzinkerz 105.  
Kieserit 62.  
Kilbrickenit 33.  
Killinit 117.  
Kirvanit 155.  
Kischtimit 54.  
Kjerulfen 77.  
Klaprothit 30.  
Kleiophan = Zinkblende 17.  
Klinochlor 118.  
Klinocrocit 66.  
Klinohumit 108.  
Klinoklas 77.  
Klinophaeit 66.  
Klipsteinit 131.  
Knebelit 111.  
Kobalt, arsenigsäures 70.  
Kobaltarsenikies 19.  
Kobaltblüthe 80.  
Kobaltglanz 19.  
Kobaltkies = Kobaltnickelkies 18.  
Kobaltin 19.  
Kobaltmanganerz 57.  
Kobaltnickelkies 18.  
Kobaltspath 51.  
Kobaltvitriol 63.  
Kobellit 30.  
Kochelit 155.  
Kochsalz 45.  
Köflachit 153.  
Köhlerit = Onofrit 24.  
Kölbingerit 134.  
Könleinit 152.  
Köttigtit 80.  
Kohlen 153.  
Kohlenblende = Anthracit 153.  
Kohleneisenstein = (kohlig) Siderit 51.  
Kokkolith 128.

Kokscharowit = Hornblende 132.  
Kollophan 79.  
Kollyrit 150.  
Kolophonit 113.  
Konarit 122.  
Kongsbergit 15.  
Konichalcit 82.  
Koninkit 81.  
Konit 52.  
Koppit 73.  
Korallenerz = Quecksilberlebererz 156.  
Kornerupin 103.  
Korund 40.  
Korundophilit 119.  
Korynit 19.  
Kotschubeyit 119.  
Krantzit 153.  
Kraurit 77.  
Kreitonit = Zinkspinell 67.  
Kremersit 47.  
Krennerit 24.  
Kreuzstein = Harmotom 147.  
Kröberit = (stark magnet. Pyrit) 19.  
Kröhnkit 65.  
Krokoit 59.  
Krokydolith 133.  
Krugit 65.  
Kryolith 47.  
Kryophyllit 115.  
Krypholith 77.  
Kryptohalit 48.  
Kryptolith 72.  
Kryptomorphit 69.  
Kryptoperthit 138.  
Kryptotil 113.  
Kupfer 15.  
Kupferantimonerglanz 28.  
Kupferbleiglanz 22.  
Kupferblende = Fahlerz 32.  
Kupferblüthe = Rothkupfererz 41.  
Kupferchlorür 46.  
Kupferglanz 22.  
Kupferglimmer 82.  
Kupfergrün = Kieselkupfer 113.  
Kupferindig 24.  
Kupferkies 25.  
Kupferlasur 53.  
Kupfermanganerz 57.  
Kupfernickel = Arsennickel 17.  
Kupferoxyd 41.  
Kupferoxydul 41.  
Kupferpecherz 41.  
Kupfersammeterz = Lettsomit 66.  
Kupferschaum 82.  
Kupferschwärze 57.  
Kupfersilberglanz = Silberkupferglanz 22.  
Kupferuranit 84.  
Kupfervitriol 63.

Kupferwismuthglanz 28.  
Kupfferit 132.  
Kupholith = Prehnit 113.  
Kyanit = Cyanit 106.  
Kyrosit 20.

## L.

Labradorit 137.  
Lagonit 69.  
Lanarkit 61.  
Lancasterit 55.  
Längbanit 109.  
Langit 63.  
Lansfordit 55.  
Lanthanit 55.  
Lapis Lazuli 125.  
Larderellit 69.  
Lasurstein 125.  
Latrobit = Anorthit 137.  
Laubanit 146.  
Laumontit 149.  
Laurionit 48.  
Laurit 19.  
Lautit 24.  
Lavendulan 80.  
Lävenit 128.  
Laxmannit 79.  
Lazulith 78.  
Leadhillit 62.  
Leberblende = Blende 17.  
Lebererz = Quecksilberlebererz 156.  
Lecontit 62.  
Ledererit = Gmelinit 148.  
Lehuntit 145.  
Leidyit 120.  
Lennilith = Orthoklas 137.  
Lenzinit 150.  
Leonhardt = Laumontit 149.  
Leopoldit = Sylvit 45.  
Lepidokrokit 43.  
Lepidolith 116.  
Lepidomelan 115.  
Lepidomorphit 117.  
Lepidophaeit 56.  
Lepolith 140.  
Lerbachit = Selenquecksilberblei 24.  
Lernilith 120.  
Lettsomit 66.  
Leuchtenbergit 119.  
Leucit 136.  
Leukochalcit 82.  
Leukopetrit 153.  
Leukophan 126.  
Leukophyllit 117.  
Leukopyrit 19.  
Leukotil 121.  
Leukoxen 142.  
Levyit 148.  
Libethenit 75.  
Liebenerit 117.  
Liebigit 55.  
Liévril 108.  
Lignit = Braunkohle 153.  
Lillianit 31.

Lillit 155.  
Limonit 43.  
Linarit 61.  
Lindackerit 86.  
Lindsayit 140.  
Linnëit 18.  
Linseit = Lindsayit 140.  
Linsenerz 83.  
Lintonit = Thomsonit 144.  
Lirokonit 83.  
Liskeardit 81.  
Lithionglimmer 115, 116.  
Lithionit 115.  
Lithionturmalin 107.  
Lithiophililit 71.  
Lithiophorit 57.  
Litidionit 155.  
Livingstonit 27.  
Löllingit 19.  
Löweit 65.  
Löwigit 66.  
Lonchidit 20.  
Loxoklas = Orthoklas-  
Perthit 138.  
Lucasit 120.  
Luckit 63.  
Ludlamit 82.  
Ludwigit 68.  
Lüneburgit 86.  
Lunnit 77.  
Luzonit 34.

## M.

Magnesia-Alaun 65.  
Magnesiaeisenthongranat 113.  
Magnesiaglimmer 114, 115.  
Magnesiassalpeter 50.  
Magnesiaturmalin 107.  
Magnesioferrit 67.  
Magnesit 51.  
Magnesitpath = Magnesit 51.  
Magneiseisenerz 67.  
Magnetit 67.  
Magnetkies 18.  
Magnetopyrit = Pyrrhotin 18.  
Magnoferrit 67.  
Magnolit 61.  
Malachit 53.  
Malakolith 128.  
Malakon 39.  
Maldonit 24.  
Malinowskit 33.  
Mallardit 63.  
Malthazit 151.  
Mangan-Alaun 65.  
Manganblende 17.  
Manganbrucit 43.  
Manganepidot 109.  
Manganlanz = Mangan-  
blende 17.  
Mangangranat 113.  
Manganhedenbergit 128.  
Manganit 43.  
Manganalkspath = Man-  
ganocalcit 51.  
Mangankies 19.  
Mangankiesel 131.  
Mangankupfererz 57.  
Mangan-Magnesia-Magne-  
tit 68.  
Manganocalcit 51.  
Manganomagnetit 67.  
Manganophyll 115.  
Manganosit 39.  
Manganostibiit 78.  
Manganotantalit 73.  
Manganschaum 56.  
Manganspath 51.  
Manganspinell 67.  
Manganvesuvian 110.  
Manganvitriol 63.  
Marcellin 56.  
Margarit 117.  
Margarodit 117.  
Marialith 140.  
Markasit 19.  
Marmailolith 133.  
Marmatit = Zinkblende 17.  
Marmolith 120.  
Marmor = Kalkspath 51.  
Martinit 81.  
Martit = (pseudom.) Eisen-  
oxyd 40.  
Mascagnin 58.  
Maskelynit 136.  
Masonit 118.  
Massicot = Bleiglätte 41.  
Matlockit 48.  
Matricit = Villarsit 111.  
Maxit = Leadhillit 62.  
Mazapilit 83.  
Medjidit 64.  
Meerschaum 122.  
Megabazit = Hübnerit 60.  
Megabromit = Embolit 45.  
Meionit 140.  
Melaconit 41.  
Melanchlor 77.  
Melanchym 153.  
Melanz 33.  
Melanit 112.  
Melanocerit 103.  
Melanochroit = Phönicit 61.  
Melanolith 120.  
Melanophlogit 42.  
Melanosiderit 155.  
Melanotekit 108.  
Melanothallit 46.  
Melanterit 63.  
Melilith 123.  
Melinit = Gelberde 155.  
Melinophan 126.  
Mellit 152.  
Melonit 19.  
Melopsit 122.  
Menaccanit = Titaneisen 40.  
Mendipit 48.  
Mendozit 65.  
Meneghinit 33.  
Mengit 155.  
Menilit = Opal 42.

Mennige 41.  
Mercur = Quecksilber 15.  
Mercurblende = Zinnober 24.  
Mercurglanz = Onofrit 24.  
Meroxen 115.  
Mesitinspath 51.  
Mesolith 144.  
Mesotyp = Natrolith 144.  
Messelit 80.  
Messingblüte 53.  
Metabrushit 81.  
Metachlorit 120.  
Metacinnabarit 24.  
Metalonchidit 20.  
Metastibnit 155.  
Metavoltin 66.  
Metaxit 121.  
Meymacit 155.  
Miargyrit 29.  
Middletonit 153.  
Miemit = Dolomit 51.  
Miesit = Polysphärit 74.  
Mignunit = Magnetit 67.  
Mikrobromit = Embolit 45.  
Mikroklin 137.  
Mikroklinalbit 137.  
Mikroklinaligoklas 140.  
Mikroklinterthit 138.  
Mikrolith 73.  
Mikroperthit 138.  
Mikrosommit 123.  
Milarit 144.  
Millerit 17.  
Miloschin 155.  
Mimetesit 74.  
Mirabilit 62.  
Misenit 58.  
Misspickel 19.  
Misy 64.  
Mixit 85.  
Mizzonit 140.  
Modumit = Tesseralkies 21.  
Moldavit 155.  
Molybdänbleispath 60.  
Molybdänglanz 16.  
Molybdänit 16.  
Molybdänocker 36.  
Molybdenit 55.  
Molsyt 46.  
Monazit 72.  
Mondstein = Adular 137.  
Monetit 71.  
Monheimit 51.  
Monimolit 71.  
Monit 79.  
Monradit 121.  
Monrolith 106.  
Montanit 61.  
Montebrasit 75.  
Monticellit 110.  
Montmorillonit 151.  
Monzonit 155.  
Mordenit 155.  
Moresnetit 105.  
Morion = Quarz 37.  
Moroxit = Apatit 74.  
Morvenit = Harmotom 147.

Mosandrit 130.  
Motttramat 77.  
Müllerin 25.  
Müsenit = Kobaltnickel-  
kies 18.  
Murchisonit 138.  
Muriacit = Anhydrit 59.  
Muromontit = Orthit 109.  
Mursinskit 155.  
Muscovit 116.  
Mussit = Diopsid 128.  
Myëlin = Steinmark 123.

## N.

Nadeleisenerz 43.  
Nadelerz 31.  
Nadelzinn = Zinnerz 39.  
Nadorit 70.  
Nagyagit 25.  
Nakrit 122.  
Namaqualit 44.  
Nantokit 46.  
Nasturan = Uranpecherz 60.  
Natroboreocalcit = Ulexit 69.  
Natrocaltit 55.  
Natrolith 144.  
Natron, kohlenaures =  
Soda und Urao 55.  
Natron-Alaun 65.  
Natronchabasit = Gmelin-  
nit 148.  
Natronfeldspath 137.  
Natronglimmer 116.  
Natronkalkfeldspath 137.  
Natronkatapläit 142.  
Natronmikroklin 137.  
Natronorthoklas 137.  
Natronsalpeter 50.  
Natronsulfat 58.  
Naumannit = Selensilber 22.  
Nemalith = Brucit 43.  
Neochrysolith 111.  
Neocyanit 155.  
Neolith 121.  
Neotokit 150.  
Neotyp = Calcit (Ba-hal-  
tiges) 51.  
Nephelin 123.  
Nephrit 133.  
Neudorffit 153.  
Neukirchit 43.  
Newberyit 81.  
Newjanskit 14.  
Nickelantimonglanz =  
Ullmannit 19.  
Nickelarseniate 71.  
Nickelarsenkies = Gers-  
dorffit 19.  
Nickelblüte 80.  
Nickelglanz = Gersdorffit 19.  
Nickelgymnit 122.  
Nickelin 17.  
Nickelkies = Millerit 17.

Nickelocker = Nickel-  
blüthe 80.  
Nickeloxydul 39.  
Nickelsmaragd 55.  
Nickelvitriol 62.  
Nickelwismuthglanz 18.  
Nicolit = Arsennickel 17.  
Nigrescit 121.  
Nigrin = Rutil 39.  
Niobit 73.  
Nipholith 47.  
Nitrocalcit 50.  
Nitromagnesit 50.  
Nocerin 48.  
Nohlit = Samarskit 73.  
Nontronit 151.  
Noralith = Hornblende.  
Nordenskiöldin 103.  
Nordmarkit = (Mn-halt.)  
Stauroolith 104.  
Nosean 125.  
Numeait 122.  
Nussierit = arsenhaltiger  
Pyromorphit 74.  
Nuttalit 140.

## O.

Ochrolith 70.  
Oellacherit 117.  
Oerstedt 39.  
Okenit 146.  
Oktibbehit 15.  
Olafit = Albit 137.  
Oldhamit 17.  
Oligoklas 137.  
Oligonspath 51.  
Olivenerz = Olivenit 75.  
Olivenit 75.  
Olivin 111 (s. a. 89).  
Omphazit 129.  
Onkosin 117.  
Onofrit 24.  
Ontariolith = Skapolith  
140.  
Onyx 38.  
Oosit 117.  
Opal 42.  
Operment = Auripigment  
16.  
Ophit 120.  
Orangit 39.  
O'Rileyit 23.  
Ornithit 79.  
Orthit 109.  
Orthoklas 137.  
Orthoklasperthit 138.  
Oryzit 146.  
Osbornit 155.  
Osmelith = Pektolith 128.  
Osmiridium 14.  
Osteolith 71.  
Ostranit = Zirkon 39.  
Ottrelith 118.  
Owenit = Thuringit 119.  
Oxalit 152.  
Ozarkit 144.  
Ozokerit 152.

## P.

Pachnolith 47.  
Pagodit 123.  
Pajsborgit 131.  
Palladium 14.  
Palladiumgold 155.  
Pandermit 69.  
Paposit 64.  
Parachlorit 120.  
Paradoxit = Orthoklas 137.  
Paragonit 116.  
Paralogit 140.  
Paraluminat 64.  
Paranthin 140.  
Parastilbit = Epistilbit 146.  
Parathorit 156.  
Pargasit 132.  
Parisit 54.  
Partschin 113.  
Partzit 70.  
Passauit 140.  
Paterait 60.  
Patrinit 31.  
Pattersonit = Ripidolith  
119.  
Paulit = Hypersthen 127.  
Pazit 20.  
Pechblende 60.  
Pechuran, rothes 149.  
Peckhamit 156.  
Peganit 83.  
Pegmatolith = Orthoklas  
137.  
Pektolith 128.  
Pelhamit 121.  
Pelikanit 151.  
Pelokonit 57.  
Pelosiderit = (thoniger)  
Siderit 51.  
Pencatit 43.  
Penuin 118.  
Pentlandit = Eisennickel-  
kies 17.  
Penwithit 150.  
Percylit 49.  
Peridot = Olivin 111.  
Periklas 39.  
Periklin 137.  
Peristerit = Albit 137.  
Perliglimmer 117.  
Perlspath = Dolomit 51.  
Perowskit 127.  
Persbergit 156.  
Perthit 138.  
Petalit 144.  
Petzit 22.  
Phästin 156.  
Phakelit 111.  
Phakolith 148.  
Pharmakolith 81.  
Pharmakopyrit = Arsen-  
eisen 19.  
Pharmakosiderit 83.  
Phenakit 111.  
Phengit 117.  
Philadelphit 115.  
Phillipsit 147.

Phlogopit 115.  
Phönicit 61.  
Pholerit 122.  
Phosgenit 54.  
Phosphocerit 72, 75.  
Phosphorchromit 79.  
Phosphoreisensinter =  
Diadochit 79.  
Phosphorit 74.  
Phosphorkupfererz 77.  
Phosphorochalcit 77.  
Phosphorsalz 81.  
Phosphuranylit 84.  
Photicit = Mangankiesel  
131.  
Phyllit = Chloritoid 118.  
Phylloretin 152.  
Piauzit 153.  
Picit 83.  
Pickeringit 65.  
Picotit 67.  
Piemontit 109.  
Pigotit 152.  
Pihlit 123.  
Pikranalcim = Analcim  
145.  
Pikroalumogen 65.  
Pikroepidot 110.  
Pikrolith 121.  
Pikromerit 65.  
Pikropharmakolith 80.  
Pikrophyll 156.  
Pikrosmint 121.  
Pikrotophrodit 111.  
Pilarit 113.  
Pilinit 156.  
Pilolith 121.  
Pimelith 122, 150.  
Pinguat 151.  
Pinit 117, 125.  
Pinitoid 117.  
Pinoit 69.  
Pisanit 63.  
Pissophan 64.  
Pistazit 109.  
Pistomesit 51, 52.  
Pitkärändit 156.  
Pittinerz = Eliasit 149.  
Pittinit 149.  
Pittizit 86.  
Plagiocitrit 66.  
Plagioklas 137.  
Plagionit 30.  
Planerit 83.  
Plasma 38.  
Platin 14.  
Platiniridium 14.  
Plattnerit = Schwerblei-  
erz 41.  
Plenargyrit 29.  
Pleonast 67.  
Pleonektit 75.  
Plinian = Arsenkies 19.  
Plinthit 151.  
Plombierit 150.  
Plumbocalcit 51.  
Plumbomanganit 23.  
Plumbonacrit 53.

Plumbostannit 35.  
Plumbostibit = Boulange-  
rit 31.  
Plumosit = Jamesonit 30.  
Polianit 39.  
Pollucit 137.  
Pollux 137.  
Polyadelphit 113.  
Polyargit 140.  
Polyargyrit 33.  
Polyarsenit 75.  
Polybasit 33.  
Polydymit 18.  
Polyhalit 65.  
Polyhydrit 151.  
Polykras 143.  
Polyolithionit 116.  
Polymignyt 143.  
Polysphärit 74.  
Polytelit = Fahlerz 32.  
Poonahlith = Mesolith 144.  
Porcellanerde 122.  
Porcellanit 140.  
Porpezit = Palladiumgold  
155.  
Porricin = Augit 128.  
Portit 156.  
Posepnyit 152.  
Prasem 38.  
Prasolith 125.  
Prasin = Libethenit 75.  
Predazzit 43.  
Pregratit 117.  
Prehnit 113.  
Prehnitoid 140.  
Priceit 69.  
Prismatin 103.  
Prochlorit 119.  
Prosopit 47.  
Protobastit 127.  
Protolithionit 116.  
Protonontronit 151.  
Protovermiculit 120.  
Proustite 31.  
Pseudoapatit 75.  
Pseudobiotit 115.  
Pseudobrookit 112.  
Pseudocotunnit 46.  
Pseudogaylussit = (pseu-  
dom.) Kalkspath.  
Pseudolibethenit 82.  
Pseudomalachit 77.  
Pseudonatrolith 146.  
Pseudonephelin 124.  
Pseudonephrit = Pagodit  
123.  
Pseudophit 119.  
Pseudosommit 124.  
Pseudotriplite 77.  
Psilomelan 57.  
Psittacinit 76.  
Pterolith 156.  
Ptolith 149.  
Pucherit 72.  
Pufferit 147.  
Punamustein = Nephrit  
133.  
Puschkinit = Epidot 109.

Pyknit = Topas 106.  
 Pyknophyllit 117.  
 Pyknotrop 121.  
 Pyralolith 156.  
 Pyraphrolith 156.  
 Pyrargyllit 156.  
 Pyrrargyrit 31.  
 Pyrenait = Kalkeisen-  
 granat 112.  
 Pyrgom = Fassait 128.  
 Pyrit 19.  
 Pyroaurit 43.  
 Pyrochlor 73.  
 Pyrochroit 43.  
 Pyroklaasit 79.  
 Pyrolusit 39.  
 Pyromorphit 74.  
 Pyrop 113.  
 Pyrophosphorit 71.  
 Pyrophyllit 123.  
 Pyrophyllit = Topas 106.  
 Pyropissit 152.  
 Pyroretin 153.  
 Pyrrhoit 110.  
 Pyrosklerit 156.  
 Pyrosomalith 114.  
 Pyrostibit 44.  
 Pyrostilpnit 32.  
 Pyroxen 127.  
 Pyrrhit 73.  
 Pyrrhoarsenit 71.  
 Pyrrhotin 18.

## Q.

Quarz 37.  
 Quecksilber 15.  
 Quecksilberfahlerz 32, 33.  
 Quecksilberhornerz 48.  
 Quecksilberlebererz 153,  
 156.  
 Quenstedtit 63.  
 Quincit 156.

## R.

Rabdionit 57.  
 Rabenglimmer 116.  
 Radaut = Labrador 137.  
 Radiolith = Natrolith 144.  
 Rädelerz = Bournonit 31.  
 Raimondit 64.  
 Ralstonit 47.  
 Ramirit 76.  
 Rammelsbergit 19.  
 Randanit 42.  
 Randit 55.  
 Ranit 144.  
 Raphilit = Tremolit 132.  
 Raseneisenerz = Braun-  
 eiseners 43.  
 Rautenspath = Dolomit 51.  
 Rasumowskyn 151.  
 Realgar 16.  
 Reddingit 80.  
 Redruthit = Kupferglanz  
 22.

## S.

Reichardt = Bittersalz  
 62.  
 Reinit 60.  
 Remingtonit 55.  
 Rennselaerit = Talk 121.  
 Reissblei = Graphit 13.  
 Reissit 147.  
 Retinalith = Serpentin 120.  
 Retinit 153.  
 Reussin = Glaubersalz 62.  
 Reussinit 153.  
 Rezbányit 28.  
 Rhabdit 15.  
 Rhabdophan 80.  
 Rhätizit 106.  
 Rhagit 84.  
 Rhodizit 68.  
 Rhodochrom 119.  
 Rhodochroit 51.  
 Rhodonit 131.  
 Rhodotilit 147.  
 Rhyakolith = Sanidin 137.  
 Richellit 83.  
 Richterit 132.  
 Riebeckit 132.  
 Rinkit 130.  
 Rionit 33.  
 Ripidolith 119.  
 Riponit 140.  
 Rittingerit 33.  
 Rivotit 85.  
 Rochlederit 153.  
 Römerit 65.  
 Röpperit 111.  
 Rösslerit 81.  
 Röttisit 150.  
 Rogersit 73.  
 Romanzovit = Grossular  
 112.  
 Romëit 70.  
 Roscolith 117.  
 Rosellan 140.  
 Roselith 79.  
 Rosenbuschit 128.  
 Rothornit 153.  
 Rothbleierz 59.  
 Rotheisenerz 40.  
 Rotheisenstein 40.  
 Rothgiltigerz, dunkles 31.  
 — liches 31.  
 Rothkupfererz 41.  
 Rothnickelkies 17.  
 Rothoffit = Kalkeisengra-  
 nat 112.  
 Rothspiessglanzers 44.  
 Rothzinkerz 40.  
 Rubellan 115.  
 Rubellit 107.  
 Rubin = Korund 40.  
 Rubinglimmer = Göthit 43.  
 Rutherfordit 156.  
 Rutil 39.  
 Saccharit 156.  
 Safflorit 19.

Sagenit = Rutil 39.  
 Sahlit 128.  
 Salmit 118.  
 Salmiak 45.  
 Salpeter 50.  
 Salzkupfererz = Atakamit  
 49.  
 Samarskit 73.  
 Sammetblende = Göthit 43.  
 Samoit 150.  
 Sandbergerit = Fahlerz 32.  
 Sanidin 137.  
 Saponit 122.  
 Sapphir = Korund 40.  
 Sapphirin 103.  
 Sarawakit 49.  
 Sardinian 59.  
 Sarkinit 75.  
 Sarkolith 141.  
 Sarkopsit 77.  
 Sartorit = Skleroklas 28.  
 Sasbachit 144.  
 Sasolin 42.  
 Saussurit 156.  
 Savit 145.  
 Saynit 18.  
 Scacchiit 46.  
 Schaffnerit, überflüssiger  
 Name für Cupro-Des-  
 cloizit.  
 Schalenblende = Zink-  
 blende 17.  
 Schapbachit 30.  
 Schaumgyps = Gyps 62.  
 Schaumkalk = Aragonit  
 51.  
 Scheelbleispath 60.  
 Scheelit 60.  
 Scheererit 152.  
 Schefferit 128.  
 Schilfglaserz 31.  
 Schillerspath 127.  
 Schirmerit 30.  
 Schlanit 153.  
 Schneebergit 73.  
 Schönit 65.  
 Schörl 107.  
 Schorlomit 112.  
 Schraufit 153.  
 Schreibersit 15.  
 Schrifterz 24.  
 Schröckingerit 156.  
 Schrötterit 81.  
 Schuchardt 120.  
 Schungit 13.  
 Schwartzemberg 48.  
 Schwefel 13.  
 Schwefelkies 19.  
 Schwefelkobalt 18.  
 Schweitzerit = Serpentin  
 120.  
 Schwerbleierz 41.  
 Schwerspath 59.  
 Scoulerit 144.  
 Seovilit 80.  
 Seebachit = Phakolith 148.  
 Seifenstein 150.  
 Seladonit = Grünerde 123.

Selbit 156.  
 Selen 13.  
 Selenblei 22.  
 Selenbleikupfer 22.  
 Selenbleispath 59.  
 Selenbleiwismuthglanz 28.  
 Selenige Säure 36.  
 Selenkupfer 22.  
 Selenkupferblei 22.  
 Selenquecksilber 24.  
 Selenquecksilberblei 24.  
 Selenquecksilberkupferblei  
 24.  
 Selenschwefel 13.  
 Selenschwefelquecksilber  
 24.  
 Selensilber 22.  
 Selenwismuthglanz 16.  
 Sellait 46.  
 Selwynit 156.  
 Semseyit 30.  
 Senarmontit 36.  
 Sepiolith 122.  
 Serbian = Miloschin 155.  
 Sericit 117.  
 Serpentin 120.  
 Serpentinabest 121.  
 Serpierit 63.  
 Sesqui-Magnesiasalaun 65.  
 Setlingit 153.  
 Severit 150.  
 Seybertit 118.  
 Sialonit 16.  
 Siderit 51.  
 Siderodot 52.  
 Siderokleptit 151.  
 Sideronatrit 66.  
 Siderophyllit 115.  
 Sideroschisolith 120.  
 Siegburgit 153.  
 Silber 15.  
 Silberamalgam 15.  
 Silberantimonoglanz 29.  
 Silberfahlerz 32.  
 Silberglanz 22.  
 Silberhornerz = Chlorsil-  
 ber 45.  
 Silberkies 26.  
 Silberkupferglanz 22.  
 Silberwismuthglanz 28.  
 Silfbergit 133.  
 Sillimanit 105.  
 Simonyit 65.  
 Sipylit 72.  
 Sismondin 118.  
 Skapolith 140.  
 Skleroklas 28.  
 Sklerotin 153.  
 Skolezit 144.  
 Skolopsit 125.  
 Skorodit 80.  
 Skutterudit = Tesseral-  
 kies 21.  
 Sloanit 144.  
 Smaltin 19.  
 Smaragd = Beryll 136.  
 Smaragdit 129.  
 Smectit 151.

Smirgel = Korund 40.  
 Smithsonit 51.  
 Snarumit 132.  
 Soda 55.  
 Sodalith 125.  
 Sombrierit = Phosphorit 74.  
 Sommervillit = Chrysokoll 113.  
 Sommit 123.  
 Sonomait 65.  
 Sordawalit 156.  
 Spadait 122.  
 Spargelstein = Apatit 74.  
 Spartait = Kalkspath 51.  
 Spartalit = Zinkit 40.  
 Spatheisenstein = Eisen-spath 51.  
 Spathiopyrit 19.  
 Speckstein 122.  
 Specularit = Eisenglanz 40.  
 Speerkies 19.  
 Speiskobalt 19.  
 Sperryllith 19.  
 Spessartin 113.  
 Sphärokobaltit 51.  
 Sphärosiderit 51.  
 Sphalerit 17.  
 Sphen = Titanit 141.  
 Sphenoklas 125.  
 Sphragid = Bol 151.  
 Spiauterit 17.  
 Spinell 67.  
 Spinellan = Nosean 125.  
 Spodiosit 77.  
 Spodumen 128.  
 Spreustein 144, 145.  
 Sprödglasserz 33.  
 Sprödglimmer 118.  
 Staffelit = Apatit 74.  
 Stahlkobalt 20.  
 Stanekit 153.  
 Stannin 34.  
 Stassfurtit = Boracit 68.  
 Staurolith 104.  
 Steargilit 151.  
 Steatit 122.  
 Steenstrupin 103.  
 Steinkohle 153.  
 Steinmannit = Bleiglanz 22.  
 Steinmark 123.  
 Steinsalz 45.  
 Stellit = Pektolith 128.  
 Stephanit 33.  
 Stercorit 81.  
 Sternbergit 26.  
 Stibiconit 72.  
 Stiblith 72.  
 Stibnit = Antimonit 16.  
 Stilbit 146, 147.  
 Stilpnomelan 120.  
 Stilpnosiderit 43.  
 Stirlingit 111.  
 Stolpenit = Bol 151.  
 Stolzit 60.  
 Strahlerz 77.  
 Strahlkies = Markasit 19.

Strahlstein 132.  
 Stratopëit 150.  
 Strengit 80.  
 Striegisan = Wavellit 83.  
 Strigovit 120.  
 Strogonowit 140.  
 Stromeyerit 22.  
 Stromnit 156.  
 Strontianit 51.  
 Struvit 79.  
 Studerit = Annivit 32.  
 Stübelit 150.  
 Stützit 23.  
 Stüvenit 65.  
 Stylotyp 31.  
 Stypticit 64.  
 Succinellit 153.  
 Succinit 153.  
 Sulfohalit 61.  
 Sulfuricininit 42.  
 Sundvikit = Anorthit 137.  
 Susannit 62.  
 Sussexit 68.  
 Svanbergit 85.  
 Sylvanit 24.  
 Sylvit 45.  
 Sympleisit 80.  
 Synadelphit 78.  
 Syngenit 65.  
 Syntagmatit = Hornblende 132.  
 Syserskit 14.  
 Szabóit = Hyperathen 127.  
 Szajbelyit 68.  
 Szmikit 62.

## T.

Tabergit 119.  
 Tachyaphaltit 39.  
 Tachyhydrit 47.  
 Taenit 15.  
 Tagilit 82.  
 Talcosit 123.  
 Talk 121.  
 Talkchlorit 119.  
 Talkhydrat = Brucit 43.  
 Talkoid 156.  
 Talkspath = Magnesit 51.  
 Tallingit 49.  
 Tankit 140.  
 Tantalit 73.  
 Tapalpit 31.  
 Tapiolit 73.  
 Tarapacait 58.  
 Tarnit 15.  
 Tarnowitzit 51.  
 Tasmanit 153.  
 Tauriscit 63.  
 Tavistockit 78.  
 Taylorit = (Am-halt.) Ar-canit 58.  
 Taznit 156.  
 Tecoretin 153.  
 Tekticit 64.  
 Tellur 14.  
 Tellurblei 22.  
 Tellurgoldsilber 22.

Tellurit 36.  
 Tellurnickel 19.  
 Tellurocker = Tellurit 36.  
 Tellurquecksilber 24.  
 Tellursilber 22.  
 Tellursilberblei = Sylva-nit 24.  
 Tellursilberblende 23.  
 Tellursilberglanz 22.  
 Tellurwismuth 14.  
 Tellurwismuthglanz 14, 16.  
 Tellurwismuthsilber 31.  
 Tengerit 55.  
 Tennantit 32.  
 Tenorit 41.  
 Tephroit 111.  
 Teratolith = Eisenstein-mark 154.  
 Terra di Siena 156.  
 Terra sigillata = Bol 151.  
 Teschemacherit 156.  
 Tesseralkies 21.  
 Tetartit = Albit 137.  
 Tetradymit 14.  
 Tetraëdrit 32.  
 Tetraphylin = Triphylin 71.  
 Texasit = Nickelsmaragd 55.  
 Tharandit = Dolomit 51.  
 Thaumazit 149.  
 Thenardit 58.  
 Thermophyllit 120.  
 Thermonatrit 55.  
 Thierschit 152.  
 Thinolith 54.  
 Thjorsaut = Anorthit 137.  
 Thomsenolith 47.  
 Thomsonit 144.  
 Thon 123, 150.  
 Thonerde = Korund 40.  
 Thorit 39.  
 Thraulit 155.  
 Thrombolith 70.  
 Thulit 109.  
 Thuringit 119.  
 Tiemannit 24.  
 Tigerauge 38.  
 Tilkerodit = (Co-haltiger) Clausthalit 22.  
 Tinkal 69.  
 Tirolit 82.  
 Titaneisenerz 40.  
 Titanit 141.  
 Titanmagneteisen 67.  
 Titanomorphit 142.  
 Titanolivin 111.  
 Tobermorit 146.  
 Topas 106.  
 Topazolith 112.  
 Torbanit = Asphalt 153.  
 Torbernit 84.  
 Totalgit 156.  
 Trautwinit 156.  
 Trappeisenerz = (Ti-halt.) Magnetit 68.  
 Traversellit 134.  
 Tremolit 132.  
 Trichalcit 80.

Tridymit 37.  
 Trinkerit 153.  
 Tripel 42.  
 Triphan 128.  
 Triphylin 71.  
 Triplit 75.  
 Triploidit 75.  
 Trippkëit 70.  
 Tritochorit 76.  
 Tritomit 105.  
 Trögerit 84.  
 Trollit 17.  
 Trollëit 77.  
 Trona 55.  
 Troosit 111.  
 Tschewkinit 142.  
 Tschermakit = Albit 137.  
 Türkis = Kallait 83.  
 Tungstein = Scheelit 60.  
 Turjit = Hydrohämait 43.  
 Turmalin 107.  
 Turnerit 72.  
 Tyrit = Fergusonit 72.  
 Tysonit 46.

## U.

Uigit 113.  
 Uintahit 152.  
 Ulexit 69.  
 Ullmannit 19.  
 Umbra (echte od. türkische) 156.  
 Umbra (Cölner) = Braunkohle 153.  
 Unghwarit = Chloropal 151.  
 Unionit 109.  
 Uralit 134.  
 Uralorthit = Orthit 109.  
 Uranblüthe 64.  
 Urelaïn 153.  
 Uranglimmer 84.  
 Urangrün 64.  
 Uraninit 60.  
 Uranit 84.  
 Uran-Kalk-Carbonat = Uranothallit 55.  
 Uranocircit 84.  
 Uranocker 64.  
 Uranophan 149.  
 Uranopilit 64.  
 Uranosphärit 64.  
 Uranospinit 84.  
 Uranotantalit = Samarskit 73.  
 Uranothallit 55.  
 Uranothorit 39.  
 Uranotil 149.  
 Uranpecherz 60.  
 Uranvitriol 64.  
 Urao 55.  
 Urdit = Monazit 72.  
 Urpethit 152.  
 Urusit 66.  
 Urvölgit 63.  
 Utahit 64.  
 Uwarowit 112.

- V.
- Vaalit 120.  
 Valait = Walait 153.  
 Valencianit = Orthoklas 137.  
 Valentinit 38.  
 Vallerit 156.  
 Vanadinbleierz = Vanadinit 74.  
 Vanadinit 74.  
 Vanadinkupfererz = Volborthit 75, 82.  
 Vanadinkupferbleierz 76.  
 Vanadinocker 156.  
 Vanadiolith 156.  
 Vanadit = Descloizit 75.  
 Vanuxemit 156.  
 Variscit 80.  
 Varvicit 39.  
 Vauquelinit 61, 79.  
 Venasquit 118.  
 Venerit 123.  
 Vermiculit 118, 120.  
 Vermontit = Misspickel 19.  
 Verrucit = Thomsonit 144.  
 Vesbinit 156.  
 Vesuvian 110.  
 Veszelyit 82.  
 Villarsit 111.  
 Violan 129.  
 Vitriolbleierz 59.  
 Vitriolocker 64.  
 Vivianit 80.  
 Völknerit 43.  
 Voglit 55.  
 Voigtit 115.  
 Volborthit 75, 82.  
 Volcanit = Seleneschwefel 13.  
 Volgerit = Stilbit 146, 147.  
 Voltait 66.  
 Voltzit 44.  
 Vorhauserit 121.  
 Voegit = Labradorit 137.  
 Vreckit = (Bhreckit) 72.  
 Vulpinit = Anhydrit 59.
- W.
- Wad 56.  
 Wagnerit 75.
- Walait 153.  
 Walchowit 153.  
 Walkerde 156.  
 Walkerit 129.  
 Walpurgin 85.  
 Waltherit 54.  
 Waluewit 118.  
 Wapplerit 81.  
 Waringtonit = Langit 63.  
 Warwickit 103.  
 Wasser (Eis) 36.  
 Wasserblei = Molybdänglanz 16.  
 Wasserkies = Markasit 19.  
 Wattevillit 65.  
 Wavellit 83.  
 Webskyit 150.  
 Websterit = Aluminat 64.  
 Wehrilit 16, 156.  
 Weichmanganerz 39.  
 Weissbleierz 51.  
 Weissert = silberhaltiger Arsenkies 19.  
 Weissgiltigerz, dunkles 32.  
 — helles 33.  
 Weissnickelkies 19.  
 Weiss-Spiessglanz 36.  
 Weissstellur 25.  
 Wernerit 140.  
 Werthemannit 64.  
 Westanit 106.  
 Wheelerit 153.  
 Whewellit 152.  
 Whitneyit 21.  
 Wichtisit 156.  
 Willemmit 111.  
 Williamsit 121.  
 Wilsonit 141.  
 Wiluit = Vesuvian 110.  
 Winklerit 43.  
 Winkworthit 156.  
 Wiserin = Xenotim 72.  
 Wismuth 14.  
 Wismuthblende = Kieselwismuth 112.  
 Wismuthglanz 16.  
 Wismuthgold 24.  
 Wismuthkobalterz 20.  
 Wismuthkupfererz = Wittichenit 31.  
 Wismuthocker 36.
- Wismuthsilber 24.  
 Wismuthsilbererz 30.  
 Wismuthspath 54.  
 Withamit = Manganepidot 109.  
 Witherit 51.  
 Withneyit 21.  
 Wittichenit 31.  
 Wittingit 150.  
 Wöhlerit 128.  
 Wölchit = Bournonit 31.  
 Wörthit 106.  
 Wolfachit 19.  
 Wolframblerz = Scheelbleispath 60.  
 Wolframit 60.  
 Wolframocker 36.  
 Wolframsäure 36.  
 Wolfbergit 28.  
 Wolkonskoit 156.  
 Wollastonit 128.  
 Woodwardit 66.  
 Würfelert 83.  
 Wulfenit 60.  
 Wurtzit 17.
- X.
- Xanthiosit 156.  
 Xanthitan 156.  
 Xanthoarsenit 82.  
 Xanthokon 34.  
 Xantholith 104.  
 Xanthophyllit 118.  
 Xanthosiderit 43.  
 Xenolith 106.  
 Xenotim 72.  
 Xenaltit = Wollastonit 128.  
 Xenotit 122.  
 Xylotit = Bergholz 121.  
 Xyloretinit 153.
- Y.
- Youngit 156.  
 Ytterspath 72.  
 Yttrocerit 47.  
 Yttrogummit 156.
- Yttrilmenit 73.  
 Yttrantalit 72, 73.  
 Yttritanit 141.  
 Yu = Nephrit 133.
- Z.
- Zamtit = Zaratit 55.  
 Zaratit 55.  
 Zeagonit 148.  
 Zeasit = Opal 42.  
 Zengit 81.  
 Zeolith 144.  
 Zepharovichit 81.  
 Zeunerit 84.  
 Zeuxit 156.  
 Ziegelerz 41.  
 Zietrisikit 152.  
 Zimapanit 156.  
 Zinckenit 28.  
 Zink 15.  
 Zinkaluminat 66.  
 Zinkblende 17.  
 Zinkblüte 53.  
 Zinkeisenspath = Eisenzinkspath 51.  
 Zinkfahlerz = Fahlerz 32.  
 Zinkit 40.  
 Zinkosit 59.  
 Zinkoxyd 40.  
 Zinkspath 51.  
 Zinkspinell 67.  
 Zinkvitriol 62.  
 Zinn 14.  
 Zinnerz 39.  
 Zinnkies 34.  
 Zinnobert 24.  
 Zinnstein 39.  
 Zinnwaldit 115.  
 Zintrisikit 152.  
 Zippelit 156.  
 Zirkon 39.  
 Zöblitzit 121.  
 Zoisit 109.  
 Zorgit 22.  
 Zundererz 30.  
 Zunyit 104.  
 Zwieselit 77.  
 Zygarit 140.

## **B e r i c h t i g u n g e n .**

---

Seite 41, Zeile 12 und 17 von unten lies: „Melaconit“ statt „Malaconit“.

Seite 43, Zeile 19 von oben lies: „Der Winklerit“ statt „Das Winklerit“.

Seite 68, Zeile 21 von unten lies:  $4 \text{BO}^2[\text{Mg} \cdot \text{OH}] \cdot \text{Mg}[\text{OH}]^2$  statt  $4 [\text{BO}^2] \text{Mg} \cdot \text{OH} \cdot \text{Mg}[\text{OH}]^2$ .

Seite 118, Zeile 5 von oben lies: „9. Gruppe“ statt „8. Gruppe“.

Seite 142, Zeile 22 von oben lies: „Eukolit-Titanit“ statt „Eukolith-Titanit“.

Seite 143, Zeile 1 von oben lies: „Eukolit“ statt „Eukolith“.

---



Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

## Der obere Jura

im nordwestlichen Deutschland  
von der oberen Grenze der Ornatschichten bis zur  
Wealdbildung, mit besonderer Berücksichtigung seiner  
Molluskenfauna. Nebst Nachträgen zum unteren und  
mittleren Jura.

Von **D. Brauns**,  
Dr. med. et phil., Docent der Mineralogie, Geologie und Palaeontologie  
zu Halle.

Mit drei Tafeln Abbildungen. gr. 8. geh. Preis 14  $\mathcal{M}$ .

## Der untere Jura

im nordwestlichen Deutschland  
von der Grenze des Trias bis zu den Amaltheenthonen,  
mit besonderer Berücksichtigung seiner Molluskenfauna.  
Nebst Nachträgen zum mittleren Jura.

Von **D. Brauns**,  
Dr. med. et phil., Docent der Mineralogie, Geologie und Palaeontologie  
zu Halle.

Mit zwei Tafeln Abbildungen. gr. 8. geh. Preis 12  $\mathcal{M}$ .

## Synthetische Studien zur Experimental-Geologie.

Von **A. Daubrée**,  
Mitglied des Institutes, General-Bergwerks-Inspector, Director der  
National-Bergwerksschule, Professor der Geologie an dem Museum für  
Naturwissenschaften zu Paris.

Autorisirte deutsche Ausgabe von  
**Dr. Adolf Gurit**.  
Mit 260 Holzstichen u. 8 Tafeln. gr. 8. geh. Preis 18  $\mathcal{M}$ .

## Die Constitution der natürlichen Silicate.

Auf Grundlage ihrer geologischen Beziehungen nach  
den neueren Ansichten der Chemie.

Von  
**Dr. K. Haushofer**.  
gr. 8. geh. Preis 4  $\mathcal{M}$ .

## Mikroskopische Reactionen.

Eine Anleitung zur Erkennung verschiedener Elemente  
und Verbindungen unter dem Mikroskop als Supplement  
zu den Methoden der qualitativen Analyse.

Von **Dr. K. Haushofer**,  
o. Professor der technischen Hochschule, a. Mitglied der Königl.  
Bayer. Akademie der Wissenschaften in München.  
Mit 137 Illustrationen. gr. 8. geh. Preis 4  $\mathcal{M}$ . 50  $\text{J}$

## Lehrbuch der Mineralogie

unter Zugrundelegung der neueren Ansichten in der  
Chemie für den Unterricht an technischen Lehranstalten,  
Realschulen und Gymnasien bearbeitet von

**Dr. Max Zaengerle**,  
Professor am Königl. Realgymnasium zu München.

**Vierte verbesserte Auflage.** Mit 238 Holzstichen  
und einer geognostischen Tafel in Farbendruck. gr. 8.  
geh. Preis 2  $\mathcal{M}$ .

## Grundzüge der Krystallographie.

Von **Dr. Joh. Müller**,  
Professor zu Freiburg im Breisgau.  
**Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.** Mit 159  
Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 1  $\mathcal{M}$ . 50  $\text{J}$

## Sechs Tafeln

mit Netzen zu Krystallmodellen zu der Einleitung  
in die Krystallographie und in die krystallographische  
Kenntniss der wichtigeren Substanzen von

**Hermann Kopp**.  
**Fünfte Auflage.** quer 4. geh. Preis 1  $\mathcal{M}$ . 60  $\text{J}$

## Einleitung in die Krystallographie

und in die krystallographische Kenntniss der wichti-  
geren Substanzen.

Von **Hermann Kopp**.  
**Zweite Auflage.** Mit einem Atlas von 22 Kupfertafeln  
und 6 Tafeln, Netze zu Krystallmodellen enthaltend.  
gr. 8. geh. Preis 8  $\mathcal{M}$ .

## Die Elemente der Krystallographie

mit stereoskopischer Darstellung der Krystallformen. Für  
höhere Lehranstalten und zum Selbststudium  
von **J. Martius-Matzdorff**.  
Mit 118 Figuren. 4. geh. Preis 5  $\mathcal{M}$ .

## Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde.

Zum Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbst-  
unterrichte.

Von **Carl Vogt**.  
**Vierte vermehrte und verbesserte Auflage.**  
2 Bände. Mit Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 28  $\mathcal{M}$ .

## Ausführliches Lehrbuch der Chemie.

Von  
**H. E. Roscoe und C. Schorlemmer**,  
Professoren der Chemie an der Victoria-Universität,  
Manchester.

**Erster Band. Nichtmetalle.** Zweite vermehrte Auflage.  
Mit zahlreichen Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 12  $\mathcal{M}$ .

**Zweiter Band. Die Metalle und Spectralanalyse.**  
**Zweite vermehrte Auflage.** Mit Holzstichen, 2 far-  
bigen und 2 photographischen Spectraltafeln. gr. 8. geh.  
Preis 18  $\mathcal{M}$ .

**Dritter Band. Die Kohlenwasserstoffe und ihre De-  
rivats oder Organische Chemie. Erster Theil.**  
Mit zahlreichen Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 24  $\mathcal{M}$ .

**Vierter Band. Die Kohlenwasserstoffe und ihre De-  
rivats oder Organische Chemie. Zweiter Theil.**  
Mit zahlreichen Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 24  $\mathcal{M}$ .

(Fünfter Band unter der Presse.)

**Graham-Otto's**  
ausführliches  
**Lehrbuch der Chemie.**

**Fünf Bände.**

Mit Holzstichen und einer farbigen Tafel. gr. 8. geh.

**Erster Band. Physikalische und theoretische Chemie.**

Bearbeitet von Prof. Dr. A. Horstmann, Prof. Dr. A. Landolt und Prof. Dr. A. Winkelmann. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage des in den früheren Auflagen von Buff, Kopp und Zaminer bearbeiteten Werkes. In 3 Abtheilungen.

Erste Abtheilung. Physikalische Lehren von Dr. A. Winkelmann, Professor der Physik an der Akademie Hohenheim. Preis 13 *M.*

Zweite Abtheilung. Theoretische Chemie einschliesslich der Thermochemie von Dr. A. Horstmann, Professor an der Universität Heidelberg. Preis 13 *M.*

**Zweiter Band. Anorganische Chemie.** Neu bearbeitet von Prof. Dr. A. Michaelis. Fünfte umgearbeitete Auflage. In 4 Abtheilungen.

Erste Abtheilung. Preis 23 *M.*

Zweite Abtheilung. Preis 25 *M.*

Dritte Abtheilung. Preis 24 *M.*

Vierte Abtheilung. Preis 38 *M.*

**Dritter bis fünfter Band. Organische Chemie.**

Dritter Band. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Von Prof. Dr. Ernst von Meyer. Preis 17 *M.*

Vierter Band. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Von Prof. Dr. Ernst von Meyer. In 3 Abtheilungen. Preis 24 *M.*

Fünfter Band. Bearbeitet von Prof. Dr. Ernst von Meyer und Prof. Dr. A. Weddige in Leipzig und Prof. H. v. Fehling in Stuttgart. In 2 Abtheilungen.

Herabgesetzter Preis 16 *M.*

**Naturwissenschaftliche Rundschau.**

Wöchentliche Berichte über die Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

Unter Mitwirkung

der Professoren Dr. J. Bernstein, Dr. W. Ebstein, Dr. A. v. Koenen, Dr. Victor Meyer, Dr. B. Schwalbe und anderer Gelehrten herausgegeben von

**Dr. Wilh. Sklarek**

in Berlin W., Magdeburgerstrasse Nr. 25.

I. Jahrgang. geh. Preis 10 *M.*, geb. Preis 11 *M.* 50  $\frac{1}{2}$   
Einbanddecke apart. Preis 75  $\frac{1}{2}$

II. Jahrgang. geh. Preis 11 *M.* 50  $\frac{1}{2}$ , geb. Preis 13 *M.*  
Einbanddecke apart. Preis 75  $\frac{1}{2}$

III. Jahrgang. geh. Preis 16 *M.*, geb. Preis 17 *M.* 50  $\frac{1}{2}$   
Einbanddecke apart. Preis 75  $\frac{1}{2}$

IV. Jahrgang im Erscheinen. Preis pro Quartal 4 *M.*  
(Wöchentlich  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Bogen.)

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

(In der deutschen Zeitung-Preislste, 1889, unter Nr. 4027 aufgeführt.)

**Entwicklungsgeschichte des Kosmos**

nach dem gegenwärtigen Standpunkte der gesamten Naturwissenschaften.

Mit wissenschaftlichen Anmerkungen von

**Hermann J. Klein.**

gr. 8. geh. Preis 5 *M.*

**Globus.**

Illustrierte Zeitschrift für Länder- und Völkerkunde mit besonderer Berücksichtigung der ethnologischen Kulturverhältnisse und des Weltverkehrs.

Begründet von Karl Andree. In Verbindung mit Geographen, Männern und Künstlern herausgegeben.

**Dr. Emil Deckert.**

Erschienen sind 55 Bände. Im Erscheinen ist Band 56.

Band 1—3 fehlt. Band 4—24 können noch zu 9 *M.*, Band 25—55 zum Preise von 12 *M.* pro Band bezogen werden. Monatlich erscheinen 4 Nummern. Jährlich 48. Subscriptionen nimmt jede Buchhandlung und Postanstalt.

(In der deutschen Zeitungs-Preisliste, 1889, Nr. 2396 aufgeführt.)

**Müller-Pouillet's**

**Lehrbuch**

**der Physik und Meteorologie.**

Bearbeitet von

**Dr. Leop. Pfaundler.**

Professor der Physik an der Universität Innsbruck.

**Drei Bände.** Mit gegen 2000 Holzstichen. 1. Theil in Farbendruck, und 1 Photographie.

Erster Band. Mechanik, Akustik. Neunzig Seiten. Preis 12 *M.*

Zweiter Band. Optik, Wärme. Achte und neunzig Seiten. Preis 19 *M.* 40  $\frac{1}{2}$

Dritter Band. Elektr. Erscheinungen. Neunzig Seiten. 1. und 2. Abtheilung. Preis 11 *M.*

**Reden,**

gehalten in wissenschaftlichen Versammlungen und kleinere Aufsätze vermischten Inhalts.

von **Dr. Karl Ernst von Baer.**

weil. Ehrenmitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg.

**Zweite Ausgabe.** Drei Theile. gr. 8. geh. Preis pro Einzel-Preis:

Erster Theil: **Reden.** Zweite Ausgabe. Mit dem Autographen des Verfassers in Stahlstich. Preis 4 *M.*

Zweiter Theil: **Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaften.** Zweite Ausgabe. Mit 24 Holzschnitten. Preis 10 *M.*

Dritter Theil: **Historische Fragen mit Hilfe der Naturwissenschaften beantwortet.** Zweite Ausgabe. Mit einem Kartchen in Kupferstich und 3 Holzschnitten. Preis 9 *M.*

**Lehrbuch**

der

**anorganischen Chemie**

nach den neuesten Ansichten der Wissenschaft.

**Dr. Ph. Th. Büchner.**

ordentlicher Professor der Chemie und Vorstand des chemischen Instituts an der grossh. technischen Hochschule zu Braunschweig.

**Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.** Mit 12 Holzschnitten u. 1 farbigen Tafel. gr. 8. geh. Preis 12 *M.*

